



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Iztacala

Diagnóstico sanitario e inyecciones sistémicas en el control de las principales plagas y enfermedades de *Cupressus lusitanica* (Cupressaceae).

Que para obtener el Título de Bióloga

P R E S E N T A

Carla Pamela Torres Cruz

Directora de tesis: Dra. Silvia Romero Rangel



Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, 2016.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Primeramente a la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme recibido como alumna y permitirme ampliar mi visión del mundo. Me llena de orgullo ser egresada de esta Casa de Estudios.

A la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, por el apoyo para la realización de ésta tesis mediante el Proyecto Áreas Verdes.

A los profesores de la Carrera de Biología de la FES Iztacala, por transmitir un poco de su vasto conocimiento a estos aprendices de Biólogos.

A la Dra. María Eugenia Garín Aguilar, a quien admiro mucho, y quien desinteresadamente me apoyó y orientó a lo largo de toda la carrera, en aspectos aún más allá de lo académico. Sin sus enseñanzas profesionales y de vida, la licenciatura no hubiera sido lo mismo. ¡Gracias!

A mi directora de Tesis, Dra. Silvia Romero Rangel, por su apoyo e interés en el desarrollo de éste proyecto, y por la confianza depositada en mí. Gracias por haberme aceptado como tesista.

Un agradecimiento muy especial a la M. en C. Liliana Elizabeth Rubio Licona, por todo el apoyo brindado durante el desarrollo de esta tesis, por sus atinadas observaciones y por siempre tener un momento para mí.

A la M. en C. Ana Lilia Muñoz Viveros, por su enorme calidez, por todas sus enseñanzas, por siempre tener tiempo para apoyar éste trabajo, y por su amable paciencia durante las determinaciones taxonómicas. Sus observaciones fueron muy valiosas.

Al M. en C. Carlos Rojas Zenteno, por el apoyo otorgado a la realización de esta tesis, por sus comentarios y observaciones y por los buenos ratos en el Laboratorio.

Al Maestro Ángel Durán, por el apoyo en los análisis estadísticos de este proyecto.

Al Maestro Moi, quien amablemente proporcionó material, espacio y orientación para el cultivo y determinación de los micromicetos.

Las metas se alcanzan más fácilmente si tienes personas a tu alrededor que te apoyan. Por eso agradezco en primer lugar a mi esposo, por impulsarme a seguir, por hacerme creer en mí, por volverme fuerte, por ser mi complemento....Profunda y sinceramente, Gracias!

A Úrsula, por su dedicación y por su interés en todo lo que hago; a Esme por su enorme alegría y amor incondicional. Ustedes son el motivo de querer ser siempre una mejor persona.

A mi madre, por su apoyo a pesar de todas las circunstancias y a Tita, por su inmenso amor, y por inculcarme el gusto por las plantas. Sin ti no sería la persona que soy.

A los amigos que me acompañaron a lo largo de toda la Carrera: Ángeles, Yazmín, Emmanuel, y a los compañeros que hicieron más ameno este recorrido. A ustedes les debo muchas alegrías, y aunque no lo diga muy seguido los estimo muchísimo.

A todas las personas que de alguna manera me han ayudado a crecer como persona, GRACIAS!

*“Aquel que tiene un porqué para vivir, se puede
enfrentar a todos los cómo”*

-Friedrich Nietzsche

Índice

	Página
1. Resumen	3
2. Introducción	5
3. Marco teórico	7
3.1 <i>Cupressus lusitanica</i>	7
3.1.1 Taxonomía	7
3.1.2 Sinonimia y nombres comunes	7
3.1.3 Descripción	8
3.1.4 Distribución y hábitat	9
3.1.5 Fenología	9
3.1.6 Requerimientos climáticos	9
3.1.7 Vegetación asociada	10
3.1.8 Usos	10
3.2 Salud de los árboles	11
3.2.1 Plagas y enfermedades	12
3.3 Inyecciones sistémicas	14
3.3.1 Mecanismo de acción	15
3.3.2 Agroquímicos aplicados	16
4. Antecedentes	27
5. Justificación	29
6. Objetivos	29
7. Área de estudio	30
8. Material y métodos	33
8.1 Diagnóstico	33
8.1.1 Fase de campo	33
8.1.2 Fase de laboratorio	34
8.2 Tratamiento	38
8.2.1 Aplicación de inyecciones	38
8.2.2 Monitoreo	45
9. Resultados	46
9.1 Diagnóstico	46
9.1.1 Distribución	46
9.1.2 Etapas de desarrollo	48
9.1.3 Dasometría	49
9.1.4 Diagnóstico fitosanitario	52
9.1.5 Afectaciones abióticas y estructurales	62
9.2 Evaluación de los tratamientos	65
9.2.1 Resultados	65
9.2.2 Fotografías	72
9.2.3 Análisis estadístico	85
10. Discusión	90
11. Conclusiones	93
12. Referencias	94

13. Anexos	99
13.1 Criterios empleados para la realización del diagnóstico fitosanitario (Benavides, 1996)	99
13.2 Descripción de organismos causales de plagas y enfermedades encontrados sobre <i>C. lusitanica</i> en la FESI	101

1. Resumen

Las condiciones actuales de la Ciudad de México hacen urgente las acciones para el cuidado y mantenimiento del reducido Bosque urbano. Por el contexto citadino de *Cupressus lusitanica* es adecuada la aplicación de agroquímicos mediante el método de inyecciones, evitando así el contacto de las sustancias con el ambiente circundante, por lo tanto el objetivo de éste trabajo fue evaluar la efectividad de las inyecciones sistémicas sobre los cedros blancos, tomando en cuenta la respuesta general de los árboles en cuanto a su vigorosidad, así como el efecto sobre los organismos causales. Para llevar a cabo los objetivos, se realizó un diagnóstico fitosanitario a cada uno de los 192 árboles de esta especie que se encuentran dentro de la FESI, de los cuales se eligieron 30 para la realización del experimento. Los árboles se distribuyeron equitativamente en 3 grupos: “Grupo A”, al cual se le aplicó una solución conformada por acefato, dimetoato, imidacloprid, propamocarb, carbendacim, metalaxil, tiabendazol, propioconazol, hidróxido cúprico y kazugamicina, “Grupo B” conformado por fosfito de potasio, nitrógeno y ácidos fúlvicos y húmicos (6.6 cm³ de mezcla por cada 25 cm de DAP en todos los casos), y “Grupo control” a los cuales no se les aplicó ninguna sustancia, sin embargo se cuidó que estos árboles se encontraran bajo condiciones ambientales lo más similares posibles.

Como resultado se obtuvo que hubo diferencias significativas entre todos los grupos para las variables de vigorosidad y canchros, observándose una mejor categoría de vigor entre los árboles del Grupo A, así como un efecto protector contra los canchros en el mismo grupo. Los insectos monitoreados no parecieron verse afectados por ningún tratamiento, probablemente debido a los procesos de compartimentación de las heridas del tronco. Las principales plagas encontradas fueron los áfidos *Siphonotrophia cupressi*, *Cinara fresai*, y Cicadélidos, mientras que la principal enfermedad fue canchros fungosos. Los microcultivos evidenciaron la presencia de *Alternaria* sp. y de *Aspergillus niger*; sin embargo por los signos de los árboles y características morfológicas de algunas colonias se pudo sospechar la presencia de *Fusarium* sp., *Seiridium cardinale* y *Pestalotiopsis* sp. Las afectaciones estructurales más importantes fueron las generadas por podas topiarias y poco espacio para su desarrollo.

Los resultados sugieren que los tratamientos son eficientes, siendo mejor el tratamiento del grupo A. Sin embargo, también puede decirse que para restaurar la salud de los árboles es necesario también mejorar el ambiente en el que se desarrollan, pues en este trabajo se evidenció que la

mayoría crece bajo condiciones estresantes sobre todo por podas inadecuadas, competencia por espacio y raíces reprimidas.

2. Introducción

El bosque urbano está formado por los árboles, arbustos y vegetación asociada que se encuentra al interior de las ciudades, principalmente en forma de arbolado de alineación y áreas verdes (parques, glorietas, jardines, cementerios y masas arboladas como el bosque de Chapultepec) (Benavides, 1994).

La Organización de la Naciones Unidas recomienda que en las ciudades haya al menos 16 m² de áreas verdes por habitante, mientras la Organización Mundial de la Salud recomienda al menos 9 m² por habitante; sin embargo, según datos de la SEDEMA (2013), en el DF se cuenta con un promedio de 5.3 m² por habitante. Dada su gran importancia, el arbolado en las ciudades es un servicio que debe ser proporcionado por los gobiernos, pues proporciona una serie de beneficios y servicios ambientales (SEDEMA, 2010) como reducción del ruido, belleza escénica, generación de un ambiente de tranquilidad y recreación; además, los árboles son los principales responsables de la captura de carbono y producción de oxígeno, protegen al suelo de la erosión, propician la recarga de mantos acuíferos y generan humedad medioambiental, por lo que el bosque urbano debe mantenerse en las mejores condiciones.

La situación de contaminación, sequía, inseguridad, estrés y decaimiento del nivel de vida que atraviesan actualmente las urbes hace más necesario que nunca atender a las escasas poblaciones arbóreas con que aún se cuenta, ya que un manejo adecuado de las áreas verdes redundaría en mejoramiento del ambiente y por ende en la calidad de vida de los ciudadanos (Benavides, 1994).

Gran parte de las áreas verdes de la Ciudad de México se encuentran deterioradas por falta de manejo debido a recursos insuficientes o al desinterés de la población y el gobierno (Benavides, 2011); además, una serie de condiciones adversas de índole técnico, administrativo, político y social perturban a los árboles, produciendo estrés. Ante esta situación los árboles quedan vulnerables al ataque de plagas y enfermedades que pueden acabar con su vida (Franco, 2001).

En el Distrito Federal y área metropolitana podemos encontrar diversas especies de árboles; sin embargo, en gran cantidad de estudios se ha reportado al Cedro blanco (*Cupressus lusitanica* Mill.) como un árbol de importancia debido a su frecuencia, usos ornamentales y maderables, a que es un árbol nativo de México y a que se encuentra sujeto a protección especial en la NOM-

059-SEMARNAT-2010. Esta especie posee características que lo han hecho un árbol muy utilizado para reforestar áreas verdes urbanas, suburbanas y degradadas; sin embargo, en estas áreas están expuestos a sequías, contaminación atmosférica y edáfica, restricción en el espacio, vandalismo, etc. (Franco, 2001). En otros países es importante, además, como cortina rompevientos para proteger cultivos y como árbol de navidad.

Según estudios fitosanitarios que incluyen a *C. lusitanica*, las plagas más frecuentes del cedro blanco son las generadas por el áfido *Siphonotrophia cupressi*, por el ácaro *Allonychus* sp., y por los coleópteros *Phloeosinus* sp., *P. baumanni*, *P. serratus*, *P. tacubayae*, y *Pityophthorus* sp., mientras que las enfermedades comunes son causadas por los hongos *Seiridium* sp., *Dothiorella* sp. y *Phoma* sp. (NOM-019-SEMARNAT-2006; Pérez, 2010; Espinoza, 2010; Castañeda, 2014); sin embargo, un gran número de árboles presentan también afectación a causa de factores abióticos como vandalismo y estrés hídrico principalmente (SEDEMA, 2010).

En México se ha manejado un control de plagas y enfermedades basado en técnicas como las podas, muchas veces poco efectivas, así como la aspersion de productos químicos que pueden ser tóxicos para las personas o fauna alrededor de los árboles. Es por esto que, desde mediados del siglo pasado, se ha comenzado a explorar una nueva forma de control a través de las inyecciones sistémicas (Rivas, 1996). Éstas han demostrado ser altamente eficaces ante la lucha de diversas plagas, pues el insecto sensible muere al alimentarse de los tejidos impregnados desde el interior con el insecticida (Fernández y Gallego, 1997); además, tienen una respuesta rápida (2-4 semanas) y pueden llevar ciertos elementos para almacenaje y uso futuro del árbol, así como mantener el efecto hasta por 5 años, utilizando pequeñas cantidades de químicos sistemáticamente liberados dentro del árbol, sin exponer el ambiente circundante, pues no son perjudiciales para el público, el aplicador o la vida silvestre, animales domésticos o insectos benéficos (Rivas, 1996).

3. Marco teórico

3.1 *Cupressus lusitanica*

3.1.1 Taxonomía

Clase: Pinopsida

Subclase: Pinidae Cronquist, Takht. & W. Zimm.

Orden: Cupressales Link

Familia: Cupressaceae Gray

Género: *Cupressus*

Especie: *Cupressus lusitanica* Mill.

3.1.2 Sinonimia y nombres comunes

Callitropsis lusitanica D. P. Little; *Cupressus lindleyi*; *Cupressus benthamii* var. *lindleyi* (Klotzsch Ex Endl.) Mast; *Abies guatemalensis* Rehder; *Cupressus macnabiana* Fo.; *Cupressus nevadensis* Abrams; *Cupressus lindleyi* Klotzsch; *Cupressus lusitanica* Miller var. *knightiana* Rehder; *Hesperocyparis lusitanica* (Mill.) Bartel; *Neocupressus lusitanica* (Mill.) de Laub (Tropicos, 2015; Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana, 2009; CONABIO, 2012).

- **México:** Teotlate, Tlazcan Cedro, Cedro blanco, Ciprés (Rep. Mex.); Nuculpat, Ciprés nuculpat (Chiapas.); Gretado amarillo, Gretado galán (Oaxaca); Sesa'na (lengua mazahua, Mex.); Tascate (Sinaloa); Ocote, Uaparhikua (Michoacán); Tdakik'te' (tenek) (San Luis Potosí) (Tropicos, 2015; Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana, 2009; Vazquez-Yanes *et al.*, 1999).
- **En el mundo:** “mo xi ge bai mu” (Pinyin, China) y “ciprés” en América Latina (Tropicos, 2015).

3.1.3 Descripción

Árbol de 5 a 30 m de altura; tronco de 40 a 60 cm de diámetro, corteza grisácea, fibrosa, ramas extendidas o algo ascendentes formando una copa cónica, especialmente en los árboles jóvenes, última ramillas tetrágonas, no dísticas, casi siempre encorvadas y bifurcadas, de 10 a 15 mm de largo por 1 a 1.5 mm de ancho; hojas de las últimas ramillas ovadas, imbricadas, ápice agudo, brevemente mucronulado, borde blanquecino y base redondeada, algo cóncavo-convexas, miden de 1.5 a 2 mm de largo por 1 mm de ancho; estróbilos masculinos situados en la parte terminal de las ramillas, son ovales, de 3 a 4 mm de largo, amarillentos, formados por 14 a 16 escamas ovadas, de 2 mm de ancho, estróbilos femeninos solitarios en las axilas de las ramillas; conos globosos, próximos entre sí, de 12 a 15 mm de diámetro o algo más, en pedúnculos de 5 a 8 mm, las escamas que los integran son gruesas y rugosas de umbo prominente; semillas oblongas o subtriangulares, aplanadas de 4 mm de largo por 2.5 mm de ancho, de color castaño amarillento, con el ala marginal de 1 mm de ancho (Rzedowski, 2005).

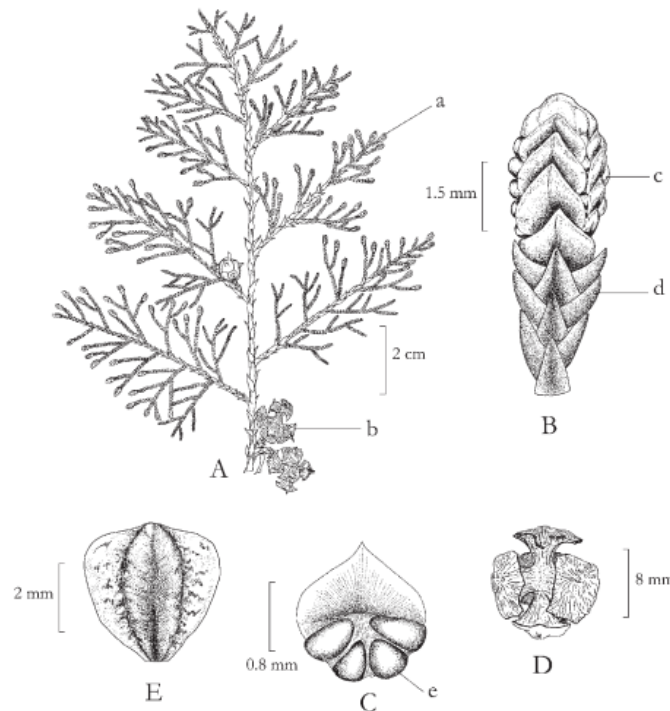


Figura 3.1.3.1. *Cupressus lusitanica* Mill. A. rama, a. amento masculino, b. cono femenino; B. amento masculino, c. escama o bráctea masculina, d. hoja; C. escama masculina, e. saco polínico; D. cono femenino maduro; E. semilla. (Tomado de Rzedowski, 2005)

3.1.4 Distribución y hábitat

Según Rzedowski (2005), en el Valle de México se encuentra entre los 2350 y 3000 m de altitud; sin embargo, también se encuentra presente en diversos sitios que están dentro del rango de los 1300 a 3000 m.s.n.m., en laderas húmedas con bosque de pino, encino y oyamel, así como bosque mesófilo de montaña y bosque tropical caducifolio (Vazquez-Yanes *et al.*, 1999). Para el año 2005 en el Valle de México se habían colectado ejemplares en los municipios y delegaciones de Real del Monte, Villa N. Romero, Huixquilucan, Cuajimalpa, Contreras, Tlalpan, Texcoco, Tlalmanalco y Amecameca (Rzedowski, 2005); aunque también se sabe de su presencia en otros estados como Colima, Chiapas, Chihuahua, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas (Vazquez-Yanes *et al.*, 1999). También es cultivado con fines comerciales en otros países.

Cupressus lusitanica es una especie nativa de México (Rodríguez *et al.*, 2003), naturalmente se encuentra desde Nuevo México y Suroeste de Texas (Estados Unidos), hasta Guatemala, Honduras y El Salvador (Vazquez-Yanes *et al.*, 1999). Ampliamente distribuido de manera introducida en Costa Rica y Nicaragua.

3.1.5 Fenología

Se trata de un árbol perennifolio que vive de 40 a 60 años, tiene rápido crecimiento. Presenta la maduración de los estróbilos masculinos de febrero a abril y la liberación de las semillas de los conos durante el otoño e invierno. Su dispersión es de tipo anemócora. La producción de estróbilos femeninos se inicia entre los 2 y 5 años. A la edad de 10 ó 12 años los árboles producen semillas de buena calidad (Vazquez-Yanes *et al.*, 1999).

3.1.6 Requerimientos climáticos y edáficos

Habita de forma natural en la región climática de tipo subhúmeda, con temperatura promedio anual superior a los 12° C y precipitación entre 1000 y 3000 mm. Los suelos que lo favorecen son rocosos o aluviones, profundos con humus, profundos sedimentarios, roca caliza, roca ígnea, arcilloso, con pH ligeramente ácido, arenoso, franco arenoso o franco arcilloso con la característica común de presentar un buen drenaje (Vazquez-Yanes *et al.*, 1999). Según Alfaro (1983, citado por Chaves y Fonseca, 1990) para el ciprés son más importantes los factores

edáficos y topográficos que los climáticos, aunque puede adaptarse a una gran variedad de condiciones, por lo que es apreciado para algunas actividades.

3.1.7 Vegetación asociada

Puede asociarse con las siguientes especies: *Liquidambar styraciflua*, *Pinus patula*, *P. ayacahuite*, *P. hartwegii*, *P. maximinoi*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, *Ostrya* sp., *Cornus* sp., *Oreopanax* sp., *Alnus* spp., *Abies* spp., *Pseudotsuga lindleyana*, *Juniperus* spp., *Quercus* spp., *Clethra* sp., y *Persea* sp. (Vazquez-Yanes et al., 1999; Farjon, 2005)

3.1.8 Usos

- **Construcción:** En las zonas rurales, se utiliza para la construcción de casas y tejados rústicos.
- **Industrial:** Debido a que su madera es muy fácil de trabajar, durable y de buena calidad, se utiliza para aserrío, cuyo rendimiento oscila entre 30 y 60% dependiendo de las dimensiones de la madera aserrada y las dimensiones de las trozas (Moya et al., 2010).
- **Combustible:** En forma de leña.
- **Ornato:** El más popular de sus usos, en países como Costa Rica es la especie más apreciada como árbol de navidad (Acuña, citado por Gymnosperm Database, 2013). En jardines de todo el mundo es cultivado por su belleza y por su sombra. Fue de las primeras especies de coníferas llevadas desde el nuevo mundo hacia Europa, donde en países como Francia e Inglaterra es cultivado desde el siglo XVII.
- **Servicios ambientales:** Se cultiva en áreas erosionadas que se pretenden restaurar, debido a que retiene el suelo. También es utilizado como barrera rompevientos tanto en las ciudades como en el campo para proteger los cultivos sensibles (Vazquez-Yanes et al., 1999).
- **Etnobotánica:** A lo largo de la historia ha sido reportado su uso con fines medicinales, por ejemplo en el siglo XVI, Martín de la Cruz, sabio indígena autor del código de la Cruz-Badiano, menciona que era utilizado como antiescabiático. Para el siglo XX, Maximino Martínez reporta su uso sólo como astringente. Actualmente, según el Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana, los usos medicinales que se dan a esta planta son

diversos. En Puebla se le emplea para resolver problemas del aparato digestivo como dolor de estómago y diarrea. En el Estado de México se emplean las ramas para preparar un té que se administra por vía oral contra la tos ferina, tos y dolor de cabeza. En Morelos se le ocupa para dolores musculares causados por frío y cuando el sueño de los niños es intranquilo (Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana, 2009). Otras aplicaciones medicinales que tiene reportadas son contra la sarna, hemorroides, várices, metrorragias de menopausia y para dar baños (sin embargo, la información no indica qué parte de la planta se usa en estos casos ni cómo se le prepara). Los usos medicinales se deben a la presencia de metabolitos secundarios, como los monoterpenos beta y gama-thujaplicín y el compuesto alicíclico beta-tujaplicinol y los sesquiterpenos nucatín e hidronucatínol que han sido comprobados para *C. benthamii* (Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana, 2009; Llerena, 2011).

3.2 Salud de los árboles

Esta disciplina se refiere al estudio de todos los factores bióticos y abióticos que afecten el vigor y la productividad de un árbol, manifestado por diferentes síntomas y causas de daño. Las muchas razones para la interrupción del crecimiento saludable de un árbol pueden dividirse en dos categorías principales: factores bióticos y abióticos, en cualquier momento más de uno de ellos o de ambos tipos pueden afectar la salud de un árbol. Dentro de los factores abióticos que pueden afectar la salud de los cedros blancos, podemos citar: a) los agentes químicos: plaguicidas, herbicidas, acumulación de partículas sobre el follaje, contaminación atmosférica, sal o aceite en el suelo; b) agentes mecánicos, como maquinaria de construcción, navajazos, podadora de césped; c) condiciones del suelo, como deficiencia o exceso de nutrientes, acidez o alcalinidad, mal drenaje, compactación; d) condiciones ambientales, como sequía o inundación, temperaturas muy altas o muy bajas, rayos, granizo, nieve, viento, etc. Por otro lado, los factores bióticos incluyen a los que se relacionan con otros seres vivos incluso como la competencia intraespecífica, la lucha contra sus depredadores, parásitos y patógenos, así como con los simbioses que pudieran tener (Boa, 2008)

Pero, ¿cuándo está enfermo un árbol? La respuesta simple: es cuando se le observan síntomas en la copa, en el follaje o en los tallos (retoños, ramas, troncos). La detección de mala salud depende del reconocimiento inicial de los síntomas. Algunos síntomas son fáciles de identificar, por ejemplo

hojas marchitas y tallos con cancro; pero otros no lo son, y pueden ser difíciles de distinguirse de eventos que ocurren durante el ciclo normal de crecimiento (Boa, 2008).

3.2.1 Plagas y enfermedades

Enfermedad en fitopatología es definido como: “alteración morfológica o fisiológica causada por microorganismos, condiciones ambientales adversas o una acción combinada de ambas” (Rivera, 2007), mientras hablamos de plaga cuando un animal o una planta aumentan su densidad poblacional hasta niveles que afectan directa o indirectamente a la especie humana, ya sea en su salud o comodidad, o por que dañe las construcciones o las zonas agrícolas, forestales o ganaderas de los que el ser humano obtiene alimentos o materias primas (Brechelt, 2004). El concepto de plaga es antropogénico, pues ningún organismo es plaga *per se*, pues un especie se convierte en plaga sólo cuando aumenta su densidad poblacional de tal manera que causa una pérdida económica al ser humano (umbral económico). Por lo tanto, al hablar de plaga se puede referir a animales, plantas o macromicetos, sin embargo al hablar de enfermedades solo pueden tener origen en microorganismos o factores abióticos, como las carencias nutrimentales.

En cualquier caso, para que se establezca una plaga o enfermedad es necesaria la convergencia de los elementos de la triada ecológica (Figura 3.2.1.1): hospedero, organismo causal y ambiente. El hospedero debe tener las condiciones determinadas genéticamente para ser afectado por una plaga (receptores químicos, morfología determinada, etc.), el agente causal de igual forma debe estar equipado con los elementos necesarios para poder vivir en la planta afectada (aparato bucal, capacidad de confundirse con el medio, modo de dispersión, etc.), mientras que ambos elementos deben encontrarse en el ambiente adecuado para que ocurra la infestación (temperatura, humedad, cantidad de luz, etc.). Si uno de estos factores es diferente, la plaga no se desarrolla (Rivera, 2007).

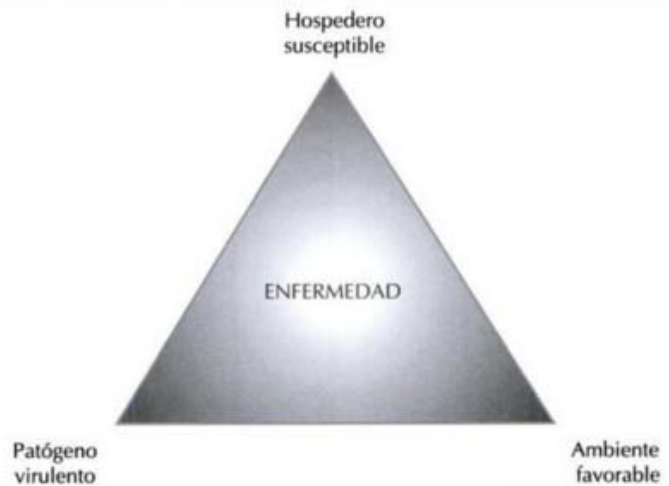


Figura 3.2.1.1 Triada ecológica, tomada de Rivera (2007).

Por otro lado, comúnmente se encuentran insectos sobre los árboles, sin embargo en muchos casos solo se alimentan de ellos en forma casual y no constituyen una plaga. Así también podemos encontrar otros insectos que son enemigos naturales de insectos plaga, pudiendo considerarse como benéficos para los árboles (Boa, 2008).

3.2.1.1 Plagas: Insectos reportados para *C. lusitanica*

- **Descortezadores**

Los insectos comúnmente llamados descortezadores son coleópteros de los géneros *Dendroctonus*, *Scolytus*, *Phloeosinus*, *Pityophthorus*, *Ips* (Sánchez y Torres, 2006) que atacan a los árboles de diversas especies de forma masiva, alimentándose del floema y cambium de los individuos provocando así el desprendimiento de la corteza de los árboles. El mecanismo de colonización ocurre de la siguiente forma: la hembra penetra primero la corteza de árboles verdes, el macho sigue a la hembra penetrando a través del grumo de resina que el árbol produce como defensa ante el ataque de las hembras. En la zona del floema, ésta oviposita a cada lado de la galería que va formando y cuando los huevecillos eclosionan, las larvas hacen galerías individuales a partir de la galería materna (Cibrián, 2014), los adultos de la nueva generación salen a través de la corteza y se dirigen a otro árbol iniciando nuevamente el ciclo. Los organismos hospederos se ven debilitados y eventualmente mueren a medida que el descortezador se multiplica, pues las poblaciones pueden crecer rápidamente, debido en gran parte a su comportamiento gregario (Hall y Davies, 1968). En *C. lusitanica* el género *Phloeosinus* (Coleóptera: Curculionidae) es un organismo potencialmente plaga, capaz de matar a los individuos afectados de manera rápida. Sin embargo, es considerada una plaga secundaria que solo afecta a los individuos debilitados previamente por otros factores. Los síntomas generales que presenta un árbol atacado por descortezadores son: cambio de color del follaje de verde a amarillento y posteriormente a rojizo y gotas de resina en las grietas de la corteza, y si se desprende la corteza del árbol afectado se pueden observar las galerías por debajo (Cibrián, 1995)

- **Chupadores de savia**

Se alimentan principalmente en hojas y brotes tiernos de plántulas jóvenes. Son organismos que extraen la savia elaborada de la planta. Tienen aparato bucal picador-chupador, con el cual hacen pequeños puntos generalmente inconspicuos sobre la hoja, los cuales aparecen de color

claro. Dentro de los chupadores encontramos a los áfidos y otros hemípteros, quienes pueden ser vectores de virus, además de que los áfidos secretan una sustancia dulce llamada melaza que facilita la colonización de hongos como la fumagina (Trujillo, 2013). Los géneros de chupadores con importancia para *C. lusitanica* son *Cinara*, *Siphonatrophia*, *Illinoia* (Castañeda, 2014; Pérez, 2010).

3.2.1.2 Enfermedades: Hongos

La mayoría de los hongos fitopatógenos pasan parte de su ciclo de vida en las plantas que le sirven de hospedero, y otra parte de él en el suelo o en los residuos vegetales depositados en este sustrato. Algunos hongos pasan todo su ciclo de vida sobre el hospedante y sólo sus esporas alcanzan el suelo, donde permanecen en reposo hasta que son llevadas a un hospedero en el que germinan y se reproducen. Un tercer grupo de hongos viven como parásitos de sus hospedantes, pero continúan viviendo, desarrollándose y reproduciéndose en los tejidos muertos de sus hospederos una vez que éstos han muerto, e incluso pueden abandonar esos tejidos y depositarse en el suelo u otros órganos vegetales en descomposición. Durante su forma de vida parásita, los hongos asumen varias posiciones con respecto a las células y tejidos vegetales. Algunos se desarrollan sobre la superficie de la planta a la que infectan (aunque envían sus haustorios al interior de las células epidérmicas de la planta). Algunos sólo se desarrollan entre la cutícula y las células epidérmicas de su hospedante. Otros, se desarrollan entre las células de su hospedante y pueden o no enviar sus haustorios al interior de ellas. Sin embargo, en la mayoría de los casos, a pesar de la posición que tenga el micelio en su hospedante, los cuerpos reproductores del hongo se forman en la superficie de los tejidos de su hospedante. La supervivencia y función de la mayoría de los hongos fitopatógenos depende ampliamente de las condiciones de humedad y temperatura; sin embargo, las esporas (principal forma de diseminación) son altamente resistentes (Agrios, 1996). *Pestalotipsis*, *Cercospora* y *Seiridium* son algunos de los géneros de fitopatógenos de importancia reportados para *C. lusitanica*.

3.3 Inyecciones sistémicas

Las inyecciones sistémicas se definen como “sistemas de aplicación de productos directamente a la corriente de savia del árbol”. Se aplican en el tronco dentro del tejido xilemático para que sean translocados hasta las partes afectadas del árbol. Las inyecciones sistémicas surgen debido a la problemática generada por los métodos tradicionales del control de plagas, por un lado las

podas, que muchas veces son realizadas de manera inadecuada; por otro lado, los derribos, causantes de la pérdida de cobertura vegetal tanto en el ambiente urbano como en el ambiente rural. Se pueden agregar además los controles químicos mediante productos diseñados con éste fin, muchos de los cuáles tienen efectos adversos como bioacumulación, biomagnificación, persistencia y alta toxicidad; por lo que su aplicación en el ambiente urbano resulta perjudicial para la salud del humano y de los animales que conviven con él en el ambiente citadino. A pesar de sus efectos secundarios, los plaguicidas son altamente efectivos. Debido a esto y con la finalidad de lograr un control eficaz que no afecte el ambiente circundante de los árboles plagados o enfermos, desde hace alrededor de 50 años, se ha venido implementando la aplicación de productos químicos mediante inyecciones sistémicas, las cuales tienen además la ventaja de que permiten inyectar también fertilizantes o fitoreguladores (Rivas,1996).

3.3.1 Mecanismo de acción

Un producto sistémico es absorbido por los tejidos del árbol y es translocado por los conductos vasculares del xilema y floema, desde el área tratada hasta partes distantes dentro del árbol, como el tronco, las raíces y el follaje. En el caso de productos inyectados en el fuste, estos pueden ser liberados dentro del xilema del árbol debido a que la presión que ahí existe está por debajo de la presión atmosférica durante la mayor parte de la estación de crecimiento. Bajo estas condiciones, pequeñas cantidades de sustancias químicas pueden ser succionadas hacia arriba dentro de la corriente xilemática del árbol, debido a que existe un gradiente de presión negativo. Si el punto deseado de acción es la copa del árbol, tenemos que durante la transpiración activa existe ahí una alta concentración de solutos y por consiguiente el potencial de líquido xilemático es bajo, mientras que en la parte baja del tronco, cercana a la raíz, la concentración de soluto es baja y por ello habrá un alto potencial. Esto explica que se de un flujo de la solución en respuesta a ese gradiente de presión (Rivas, 1996).

3.3.2 Agroquímicos aplicados. Descripciones tomadas de la obra de De Liñán (2003) y de CICOPLAFEST (2004)

Para combatir el ataque de plagas y enfermedades, comúnmente se utilizan productos agroquímicos comercializados por empresas farmacéuticas. Existen diferentes presentaciones que se pueden aplicar de distintas maneras, sin embargo comúnmente son asperjadas. Las sustancias utilizadas en este trabajo se enlistan en las páginas siguientes, junto con sus características más importantes para este trabajo. Estos agroquímicos son ampliamente utilizados tanto en campo como en trabajos experimentales y algunos de ellos cuentan con estudios que avalan su eficacia, como el imidacloprid y acefato.

3.3.2.1 Insecticidas

- Acefato

Características químicas	
Nombre químico	Acetiltiofosforamidato de O,S-dimetilo
Grupo químico	Tiofosfato
Fórmula química	C ₄ H ₁₀ NO ₃ PS
Estabilidad	Estable a temperatura ambiente, relativamente estable a la hidrólisis
Vida media	A pH 7=50 días
Actividad	Insecticida
Toxicidad	Categoría III

ACTIVIDAD: Insecticida penetrante y con cierta actividad sistémica y acción por ingestión y contacto. Se absorbe fácilmente por las raíces y se trasloca a toda la planta. Inhibidor de la acetilcolinesterasa en las sinapsis nerviosas. Provoca una transmisión continua de los impulsos nerviosos que producen fatiga en el insecto y por lo tanto la muerte. Su acción dura de 6 a 9 días. Se utiliza para el tratamiento de algunos áfidos y coleópteros. Su principal metabolito es el CO₂.

- Dimetoato

Características químicas	
Nombre químico	Ditiofosfato de O, O-dimetilo y de metilcarbamoilmetilo.
Grupo químico	Ditiofosfatos
Clasificación CICOPLAFEST	Organofosforado
Fórmula química	$C_5H_{12}NO_3PS_2$
Estabilidad	Bastante estable en soluciones neutras y ácidas.
Vida media	A 80° es de unas 14 h. Poco persistente.
Actividad	Insecticida y acaricida
Toxicidad	Moderada a altamente tóxico a organismos acuáticos y aves, extremadamente tóxico para abejas. Categoría III

ACTIVIDAD: Organofosforado sistémico con acción insecticida y acaricida; actividad por ingestión y por contacto. Posee buen efecto de choque, larga persistencia y amplio campo de actividad. Posee actividad interfiriendo con la transmisión de los impulsos nerviosos por la inhibición de la colinesterasa con hasta 3 semanas de actividad. Actúa contra dípteros empíidos; himenópteros braconídeos, coleópteros carábidos. Está documentada su actividad contra el género *Cinara*.

- Imidacloprid

Características químicas	
Nombre químico	1-(6-cloro-3-piridin-3-ilmetil)-N-nitroimidazolin-2-ilidenamina
Grupo químico	Neocotinoides, cloronicotinilos, nitroguanidinas
Clasificación CICOPLAFEST	Imida
Fórmula química	$C_9H_{10}ClN_5O_2$
Estabilidad	Inestable a la luz solar
Persistencia	Moderadamente persistente (47 semanas)
Actividad	Insecticida
Toxicidad	Tóxico para peces, invertebrados acuáticos y aves. Muy tóxico para abejas en aplicaciones foliares. Categoría III

ACTIVIDAD: Insecticida sistémico con actividad por contacto e ingestión, absorbido por vía foliar y radicular. Los insectos tratados muestran inmediatamente los síntomas de envenenamiento con excitación y parálisis. Actúa como agonístico sobre el receptor nicotínico de la acetilcolina del SNC. Sus propiedades insecticidas se basan en la activación y siguiente bloqueo de los impulsos nerviosos en los receptores acetilcolínicos postsinápticos que producen la muerte de los insectos. Muestra actividad antialimentaria, ésta acción evita inmediatamente la transmisión de virus y controla el daño producido por los insectos.

3.3.2.2 Fungicidas

- Propamocarb

Características químicas	
Nombre químico	Clorhidrato de propil 3-(dimetilamino) propilcarbamato
Grupo químico	Carbamatos
Clasificación CICOPLAFEST	Carbamatos
Fórmula empírica	$C_9H_{21}ClN_2O_2$
Estabilidad	Estable sólo en medio ácido
Persistencia	Moderadamente persistente
Actividad	Fungicida
Toxicidad	Tóxico para peces, no tóxico a abejas. Categoría IV

ACTIVIDAD: Fungicida sistémico con marcada actividad contra oomicetos, principalmente en aplicación al suelo. Es absorbido por las raíces y traslocado en sentido acróptero. Se degrada por vía microbiana. La duración de su actividad en el suelo es de 3-4 semanas, siendo más reducido en suelos alcalinos.

- Carbendacim

Características químicas	
Nombre químico	Benzimidazol-2-ilcarbamato de metilo
Grupo químico	Benzamidazoles
Clasificación CICOPLAFEST	Benzamidzoles
Fórmula química	$C_9H_9N_3O_2$; $C_9H_{12}N_3O_6P$ (-fosfato).
Estabilidad	Estable en soluciones ácidas (formando sales solubles)
Vida media	3-6 meses en suelo con césped, y 6-12 meses en suelo desnudo
Actividad	Fungicida
Toxicidad	

ACTIVIDAD: Fungicida sistémico con actividad preventiva y curativa, de acción rápida. Es absorbido por raíces y por los tejidos verdes y es traslocado en sentido acrópetero. Actúa interfiriendo con la biosíntesis del DNA durante la mitosis y el mecanismo de transmisión del mensaje genético del DNA al RNA. Impide el desarrollo de las hifas, la formación de apresorios y el crecimiento del micelio. Posee actividad secundaria sobre huevos de ácaros y cierta acción secundaria contra oídios. Tiene actividad registrada contra el género *Penicillium*. Se ha utilizado mediante inyección al tronco para el control de la grafiosis del olmo, en la conservación de manzanas, naranjas y plátanos y en la desinfección de heridas. Es compatible con muchos fitosanitarios, excepto los alcalinos. No controla Oomicetos. Se descompone en el suelo por acción microbiana.

- Metalaxil

Característica química	
Nombre químico	(D,L)-N-2,6- dimetilfenil-N-2-metoxiacetilo alaminato de metilo.
Grupo químico	Alaninatos, fenilamidas, xililaninas.
Clasificación CICOPLAFEST	Anilina
Fórmula empírica	C ₁₅ H ₂₁ NO ₄
Estabilidad	Estable en medios neutros ó ácidos a temperatura ambiente
Persistencia	7-170 días. Moderadamente persistente
Actividad	Fungicida
Toxicidad	Ligeramente tóxico a aves, peces y otros organismos acuáticos, no tóxico para abejas y mamíferos pequeños. Categoría IV

ACTIVIDAD: Fungicida sistémico con propiedades curativas y preventivas contra oomicosis, en especial, las enfermedades conocidas como mildius. Se absorbe a través de las hojas, de los tallos, y de las raíces y se trasloca en sentido acrópeto. Es activo contra los hongos del suelo desde dentro de la planta. Actúa interfiriendo con la síntesis de las proteínas de los hongos, impidiendo el desarrollo del promicelio, el crecimiento del micelio y la producción de esporas. La duración de su actividad fungicida es de unas 3 semanas y en suelo puede durar hasta 90 días.

- Tiabendazol

Características químicas	
Nombre químico	2-tiazol-4-il-1H-benzimidazol
Grupo químico	Benzimidazoles
Clasificación CICOPLAFEST	Benzimidazoles
Fórmula empírica	C ₁₀ H ₇ N ₃ S
Estabilidad	Estable en solución acuosa a cualquier pH. Estable a la luz y al calor
Persistencia	403 días. Altamente persistente
Actividad	Fungicida
Toxicidad	Poco tóxico a peces y otros organismos acuáticos. Categoría III

ACTIVIDAD: Fungicida sistémico, de contacto, de amplio campo de acción y con actividad preventiva y curativa. Se absorbe por raíces y hojas e impide la mitosis al unirse a la tubulina por lo que se altera el crecimiento del hongo. También actúa sobre algunos nemátodos. Actúa, entre otros, contra los géneros *Penicillium* y *Fusarium*. En suelo, su vida media oscila de 33 días a 120 días, dependiendo la humedad y temperatura.

- Propiconazol

Características químicas	
Nombre químico	1-[2-(2,4-diclorofenil)-4-propil-1,3-dioxolan-2-ilmetil]-1H-1,2,4-triazol
Grupo químico	Triazoles
Clasificación CICOPLAFEST	Triazoles
Fórmula empírica	C ₁₅ H ₁₇ Cl ₂ N ₃ O ₂
Estabilidad	Estable hasta 320 °C. No existe hidrólisis significativa
Vida media	A 25°C y condiciones aerobias de 40 a 70 días. Ligeramente persistente
Actividad	Fungicida
Toxicidad	Tóxico a peces. Categoría III

ACTIVIDAD: Fungicida sistémico de aplicación foliar, con acción preventiva y curativa. Traslocación acrópeta en el xilema. A bajas concentraciones muestra actividad contra Ascomicetos, Basidiomicetos y Deuteromicetos. Impide la biosíntesis del ergosterol por inhibición de la C14 desmetilación de los esteroides. Su actividad puede durar hasta 6 meses. Los mejores resultados se obtienen cuando se aplica en los primeros estadios de la enfermedad. La adición de mojantes puede aumentar su fitotoxicidad. En suelos aerobios su vida media a 25 °C es de 40 a 70 días. En las plantas se degrada por hidroxilación de la cadena *n*-propilo y ruptura del anillo dioxolan.

- Hidróxido de cobre

Características químicas	
Nombre químico	Hidróxido cúprico
Grupo químico	Inorgánicos
Clasificación CICOPAFEST	Inorgánicos
Fórmula empírica	CuH_2O_2
Estabilidad	Se deshidrata a más de 50°C.
Persistencia	Poco persistente
Actividad	Fungicida
Toxicidad	Tóxico a peces. Categoría IV

ACTIVIDAD: Fungicida y bactericida de contacto, preventivo, para combatir principalmente Peronosporáceos, mildius. Como todos los compuestos de cobre, libera pequeñas cantidades de Cobre en el agua. Por su capacidad de quelación, este Cobre desplaza a otros metales esenciales para la vida de los hongos. Es utilizado contra numerosos hongos como los que pertenecen a los géneros *Cercospora*, *Alternaria*, *Phoma*, *Phytophthora*, etc.

3.3.2.3 Bactericida y fungicida

- Kazugamicina

Característica química	
Nombre químico	Ácido [5, amino-2-metil-6-(2,3,4,5,6-pentahidroxiciclohexil) tetrahidropiran-3-il] amino- α -iminoacético
Grupo químico	Antibiótico
Clasificación CICOPLAFFEST	Ninguna
Fórmula empírica	C ₁₄ H ₂₅ N ₃ O ₉
Estabilidad	A 25°C presenta presión de vapor de 0.013 mPa
Persistencia	Sin datos
Actividad	Fungicida
Toxicidad	Categoría IV

ACTIVIDAD: Fungicida y bactericida sistémico con actividad preventiva y curativa. Evita la germinación de esporas, impide la penetración del micelio y controla el crecimiento de las hifas. Acción preventiva comparativamente débil para controlar la germinación de los conidios o formación de los aspersorios. En bacterias, impide la incorporación de aminoácidos en los sistemas ribosómicos de las bacterias. Absorción y traslocación rápidas. Es poco tóxico para mamíferos. Indicado para antracnosis, roña, mancha foliar, mancha bacteriana, entre otros.

3.3.2.4 Nutrientes

- Nitrógeno

La mayor parte de los compuestos orgánicos vegetales contienen nitrógeno, como los aminoácidos, los ácidos nucleicos, enzimas y materiales transportadores de energía como la clorofila, ADP y ATP. Por ello cualquier reducción severa en el suministro de nitrógeno bloquea los procesos de crecimiento y reproducción (Tomphson y Troeh, 1988)

Las plantas que presentan deficiencias de éste macronutriente, muestran crecimiento deficiente y tienen un color verde claro, las hojas de la parte inferior de la planta adquieren un color amarillo o café claro, en tanto que los tallos son cortos y delgados (Agrios, 1996)

- Fosfite de potasio

Es un líquido concentrado de nutrientes Fosforo y Potasio, que en solución es altamente soluble y de rápida absorción por las plantas. Al Fósforo se le puede encontrar en las plantas de formas orgánicas o inorgánicas. Dentro de las formas orgánicas en que podemos encontrar al P está el ADP y ATP, ácidos nucleicos, fosfoproteínas, fosfolípidos, azúcares fosfatados, nucleótidos libres, inositol y en la sal para reserva de fósforo en las semillas, además, se encuentra en concentraciones altas en los tejidos meristemáticos (Kass, 1998). En condiciones de deficiencia, las plantas muestran crecimiento disminuido y sus hojas son de un color verde azulado con matices púrpuras. En ocasiones, las hojas de la parte inferior de la planta adquieren un color bronce claro con manchas cafés o púrpuras. Los retoños son cortos y delgados, rectos y espigados (Agrios, 1996). Por otro lado el Potasio funciona como catalizador de muchas reacciones. Cuando hay deficiencia de éste macronutriente, las plantas forman retoños delgados los cuales en casos severos muestran muerte descendente. Las hojas más viejas muestran clorosis con empardecimiento de sus puntas, chamuscado de sus bordes y muchas manchas cafés casi siempre cerca de los bordes. Los tejidos carnosos muestran necrosis final (Agrios, 1996)

- Ácidos fúlvicos y húmicos

Son sustancias químicas naturales polifuncionales muy complejas, son agentes complejantes de cationes metálicos, por lo que causan un impacto directo en la biodisponibilidad y transporte de los mismos. Las sustancias húmicas son un conjunto de sustancias variadas y complejas que forman

el último producto de descomposición natural aeróbico de toda la materia viviente, los ácidos fúlvicos son una clasificación de los ácidos húmicos. Existen diferentes tipos de sustancias húmicas, que dependen de las propiedades del suelo y los organismos de los que se derivan, sin embargo los elementos que los constituyen en todos los casos son C, H, O, N y S (Melo, 2006)

4. Antecedentes

Alatorre (1976), realizó un estudio para evaluar las causas de debilitamiento y muerte del ciprés, también evaluó la aplicación de fungicidas mediante el método de inyección, encontrando que el hongo *Dothiorella* sp. es el principal agente causal y que los fungicidas tuvieron diferencias significativas entre cada uno de los tratamientos empleados; sin embargo, no hubo diferencias significativas con respecto al grupo control, por lo que concluyeron que el hongo sólo puede ser controlado con dichos fungicidas.

Fernández y Gallego (1997), aplicaron sistemáticamente dosis de Acefato e Imidacloprid a individuos de *Quercus ilex* atacados por la cochinilla de la encina (*Asterolecanium ilicicola*), encontrando que ambos son muy efectivos pues controlaron la plaga en un 79%.

Sandoval y Tapia (2000), quienes realizaron un estudio de las especies leñosas de la FES Iztacala, encontraron 500 individuos de *Cupressus*, de los cuales 367 pertenecen a *Cupressus lusitanica*

Franco (2001), evaluó la efectividad de dos insecticidas sistémicos (Monocrotofos e Imidacloprid) en árboles de *Cupressus lusitanica* afectados por el escarabajo *Phloeosinus tacubayae*, encontrando que Imidacloprid aplicado con jeringa tuvo el mejor resultado.

Romero y Cibrián (2006), dicen que una de las especies empleadas con mayor frecuencia en las áreas arboladas urbanas de México es *Cupressus lusitanica*, reportando que este árbol llega a ser susceptible al ataque de ciertas plagas y enfermedades.

Espinosa (2010), realizó el diagnóstico fitosanitario de cinco zonas del arbolado de la FES Iztacala (Tlalnepantla, Edo de Méx.), encontrando a *Cupressus lusitanica* como una especie muy importante por su frecuencia, además reporta que el estado general del arbolado es malo, principalmente afectado por daños de estructura, vandalismo e insectos chupadores. En *C. lusitanica* encontró un hongo que determinó como *Dothiorella* sp.

Pérez (2010), realizó el diagnóstico fitosanitario del arbolado del Parque Bicentenario Siervo de la Nación (Ecatepec, Edo. de México), encontrando a *Cupressus lusitanica* como una de las especies más frecuentes y afectadas por el coleóptero descortezador *Phloeosinus baumanii* (Coleoptera: Curculionidae) y por el pulgón *Cinara fresai* (Hemiptera: Aphididae)

Guzmán-Díaz et al. (2011), realizaron un diagnóstico de la condición fitosanitaria del arbolado del parque Tezozómoc (Azcapotzalco, Edo de Méx.), encontrando que el 85% de los árboles presentaban daños tanto bióticos (entomofauna fitófaga) como abióticos (erosión del suelo), siendo *Cupressus lusitanica* la especie más dañada.

Mariño-Munguía (2011), aplicó fungicidas, insecticidas, bactericidas, antibióticos y hormonas mediante inyecciones sistémicas a *Pinus radiata* para el control de *Diplodia pinea*, encontrando que la mortandad y los síntomas causados por el patógeno disminuyeron.

Espinosa-Flores (2011), evaluó la efectividad de tres insecticidas sistémicos para el control de plagas de conos y semillas de *Pseudotsuga menziesii*, encontrando que el Acefato y los Monocrotofos fueron más efectivos que el Tiamethoxan.

Castañeda (2014), revisó el estado fitosanitario del arbolado del Centro Deportivo y de Recreación Familiar “18 de marzo” (Gustavo A. Madero, D.F.), hallando 850 individuos, de los cuales *Cupressus lusitanica* presentó un alto porcentaje; describe además, que el factor que afectó de manera más significativa el estado de los árboles fue de origen antropocéntrico. En cuanto a los factores bióticos, se observó que los patógenos, muérdago, ácaros e insectos fitófagos eran los principales responsables de la disminución de la calidad de los árboles; por otro lado, los factores abióticos encontrados fueron: vandalismo, inclinación, competencia por espacio, raíces expuestas y compactación del suelo.

5. Justificación

El Distrito Federal y área metropolitana actualmente presentan severos problemas a causa de la pérdida de vegetación, por lo que es de suma importancia vigilar y corregir el estado fitosanitario de las especies que se establecen en las áreas verdes y que son nativas como *Cupressus lusitanica*, las cuales frecuentemente se ven afectadas por plagas y enfermedades.

6. Objetivos

- **General**

Evaluar la efectividad de las inyecciones sistémicas a alta presión para el control de las principales plagas y enfermedades de *Cupressus lusitanica* en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

- **Particulares**

- a) Describir las plagas, enfermedades y afectaciones estructurales principales de los individuos de *Cupressus lusitanica* que se encuentran en la FES Iztacala.
- b) Evaluar y comparar la efectividad de una mezcla de plaguicidas-fungicidas sistémicos y una de nutrientes, aplicados por el método de inyección a alta presión.

7. Área de estudio

- **Ubicación**

El estudio se llevó a cabo en el interior de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, la cual se ubica en el municipio de Tlalnepantla de Baz, al noroeste del Estado de México, en las coordenadas centrales 99° 11' 18.42" longitud, 19° 31' 33.81" latitud y a una altitud de 2250 m.s.n.m. (Espinosa, 2010). La FESI se ubica en una zona completamente urbanizada, rodeada de colonias de uso habitacional e industrial; debido a estas características, constituye una de las pocas áreas verdes de extensión considerable dentro del municipio. La circundan al norte la Calle San Carlos, al sur y oeste la Avenida San Ignacio y al Este la Avenida de los Barrios, lugar donde se ubica la entrada principal (INEGI, 2014).

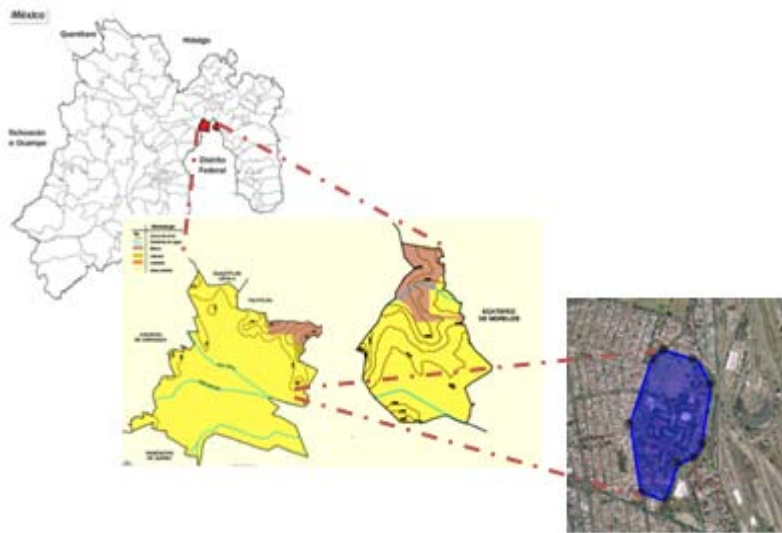


Figura 7.1.1. Ubicación de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

- **Fisiografía**

El municipio de Tlalnepantla ocupa 85.40 km², mientras que la FES Iztacala tiene una superficie aproximada de 259,562.927 m². La provincia fisiográfica a la que pertenece el municipio de Tlalnepantla en su totalidad, por tanto la FESI, es la del Eje Neovolcánico, en la subprovincia de Lagos y Volcanes del Anáhuac (INEGI, 2009). El municipio presenta las topofomas de llanuras y sierras, sin embargo la FESI se ubica completamente en la zona de llanura (INEGI, 2014).

- **Geología**

La roca que se encuentra en el municipio es sobre todo ígnea extrusiva (andesita y volcanoclástica) de los periodos neógeno y cuaternario (INEGI, 2009).

- **Uso de suelo y edafología**

Según datos del INEGI, para el 2009 el 91.34% de la superficie total del municipio era de uso de suelo urbano, por lo que solo el 8.67% restante es suelo, el cual se reparte entre Leptosol (8.38%) y Phaeozem (0.28%). Por ser el área de estudio una zona urbana, los datos proporcionados por el INEGI no aplican directamente a la FESI; sin embargo, estos suelos dominaron antes de la urbanización.

- **Hidrografía**

El municipio está ubicado en la cuenca hidrológica del río Pánuco. Asimismo, dos corrientes de agua intermitentes fluyen muy cerca del área de estudio: el Río San Javier y Tlalnepantla, los cuales se observan en el mapa de ubicación (INEGI, 2014).

- **Clima**

El clima corresponde al templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (83.45%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (16.55%), con un rango de temperatura entre 12 y 18°C, y con una precipitación pluvial que va de los 500 a los 800 mm (INEGI, 2009).

- **Orografía**

Rodeando a la zona de estudio se encuentra el cerro del Tenayo con una altitud de 2480 msnm, el cual está localizado al poniente del Cerro del Chiquihuite; este último es un domo volcánico de carácter exógeno cercano a la FESI, tiene una altitud de 2730 m y alberga las antenas de diversos medios de comunicación. Ambos rasgos orográficos forman parte de la Sierra de Guadalupe (INEGI, 2014).

- **Vegetación**

La vegetación original de la zona corresponde a matorrales y pastizales (INEGI, 2009), muy probablemente las culturas prehispánicas las utilizaron como tierras de cultivo, aún antes de la construcción de la Facultad eran utilizadas con ese fin. Actualmente la vegetación que prospera en la zona comprende árboles como fresno (*Fraxinus uhdei*), diversas especies de ciprés (*Cupressus lusitanica*, *C. sempervirens*, *C. macrocarpa*), colorín (*Erythrina coralloides*), jacaranda (*Jacaranda mimmosifolia*), álamo plateado (*Populus alba*), diversas especies de pino, eucaliptos (*Eucalyptus globulus* y *E. camadulensis*), casuarinas (*Casuarina equisetifolia*), pirúl (*Schinus molle*), chopo (*Populus deltoides*), ficus (*Ficus benjamina*), arce (*Acer negundo*), entre otros. También habitan gran cantidad de gramíneas como pastos y bambús, arbustos como el piracanto (*Pyracantha coccínea*) y el sotol (*Dasyilirion sp.*), entre otros. La mayoría de los ejemplares de la flora fueron plantados con fines ornamentales tras la construcción de la Facultad en 1975.

- **Fauna**

La fauna de la FESI comprende a los animales comunes que acompañan al ser humano como gatos (*Felis domesticus*), perros (*Canis familiaris*), ratas (*Rattus rattus*), aves como el zanate (*Quiscalus mexicanus*), palomas (*Columba livia*), tórtola de cola larga (*Columbina inca*), gorrión casero (*Passer domesticus*) y Pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*) (CONABIO, 2012)

- **Demografía**

Según el 4° Informe de Actividades de la Dra. Patricia Dávila Aranda (período 2012-2016), la FES Iztacala tiene una población de 15,773 alumnos, de los cuales 10,272 son mujeres y 5,301 son hombres y cuenta además con 1935 académicos. En cuanto a los trabajadores administrativos, encontramos que existen 917 de base (Dávila, 2016), y un número del cual no se sabe el dato exacto, de visitantes diarios que acuden a las áreas de Acuario, Herpetario, Jardín botánico, Herbario o Clínicas. Estos datos son relevantes para este trabajo, pues se encontraron daños frecuentes en árboles que están expuestos a zonas de tránsito peatonal, y mientras mayor sea el número de personas que transitan por dichos sitios, mayor será la presión a la que ven sometidos.

8. Materiales y métodos

8.1 Diagnóstico

8.1.1 Fase de campo

Para llevar a cabo los objetivos, se realizó un recorrido para reconocer el área, las zonas y la distribución de la especie de interés, la cual se identificó por medio de claves especializadas. Posteriormente, se realizó un levantamiento de datos incluyendo a todos los individuos de *Cupressus lusitanica* de la FES Iztacala, utilizando para ello una tabla de registro de datos, los cuales incluyeron parámetros como los estados físico y sanitario de la copa y tronco, etapa de desarrollo del árbol, tipo de poda y afectaciones estructurales (inclinación, codominancia, colas de león, corteza incluida y heridas), tomando en cuenta para ello las categorías propuestas por Benavides (1996); además se registraron datos dasométricos, como altura, tomada con un clinómetro digital marca Hagloff, Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), y cobertura de la copa, ambos tomados con una cinta métrica marca Trupper. La tabla de registro utilizada puede ser consultada en el Cuadro 8.1.1.1; los criterios utilizados se incluyen en la sección de anexos. Cabe puntualizar que los árboles contaban previamente con un número registrado con pintura sobre la corteza, además de que existía una división virtual de zonas dentro de la FESI, lo cual facilitó el desarrollo de éste trabajo. El número de identificación de cada árbol se conforma de 2 partes: una que indica la zona donde se ubica el árbol, y otro que indica el número consecutivo del árbol dentro de esa zona. Ejemplo:

1 : **286**
↓ ↓
Zona 1 Individuo 286

8.1.1.1 Colecta entomológica

Para realizar la colecta del material entomológico, se revisaron el fuste y follaje de todos los individuos de *C. lusitanica*, con el objetivo de detectar daños evidentes u organismos observables los cuales se colectaron utilizando técnicas directas como pinzas, pinceles o el método de golpeo; para el caso de árboles altos se cortaron ramillas con signos de afección con apoyo de un

cortador de ramas altas. Los insectos colectados, se colocaron en viales con etanol al 70%, según la técnica de Castañeda (2014).

8.1.1.2 Colecta fitopatológica

Con la finalidad de determinar las enfermedades principales de los individuos bajo estudio, se empleó la técnica utilizada por Castañeda (2014), en la cual se identificaron signos y síntomas representativos en 5 individuos, como manchas en el follaje, canchales en el fuste y ramillas; parte de las estructuras dañadas se colectaron con ayuda de pinzas de poda y un cortador de ramas altas marca Trupper. El material biológico se colocó en bolsas herméticas de plástico, para ser llevado al laboratorio.

8.1.2 Fase de laboratorio

8.1.2.1 Determinación entomológica

Los insectos colectados fueron llevados al Laboratorio de Control de Plagas de la Unidad de Morfología y función de la FES Iztacala, donde se observaron al microscopio estereoscópico y se determinaron al nivel más alto posible (género o especie) mediante el uso de claves como la de Blackman (1994) para áfidos y las de Slater & Baranowski (1978) y Triplehorn & Johnson (2005) para otros hemípteros. Para el caso de los áfidos se realizaron montajes en Bálsamo de Canadá, según la técnica descrita por Blackman (1994).

8.1.2.2 Determinación fitopatológica

Se determinaron los agentes causales de las enfermedades según la técnica de Flores y Romero (2001); al material colectado anteriormente, se le realizó cortes de alrededor de 0.5 cm en las zonas que aún estaban vivas y que presentaron sintomatología. Los cortes fueron asepsados con NaClO a 1% durante 3 minutos, para posteriormente enjuagarse con agua destilada 3 veces y dejarse secar. Se sembraron 7 cortes por caja en agar PDA y se incubaron a 27°C por 3 días o hasta que aparecieron los hongos. Las colonias que crecieron se describieron utilizando el formato que se muestra en el **Cuadro 8.1.2.2.1**. Después, se resembraron nuevamente en agar PDA. De los cultivos monospóricos se realizaron microcultivos, colocando 1 cm² de agar PDA inoculado en un portaobjetos estéril, sobre el cual se colocó un cubreobjetos flameado. La preparación anterior se colocó en cajas de Petri estériles que contenían un papel filtro con glicerol y un triángulo de

crystal. Las cajas con las preparaciones se colocaron a 27°C durante 5 días, tras lo cual se prepararon tinciones con azul de algodón, para observarlas bajo microscopio óptico. Los micelios y conidios observados claramente fueron fotografiados con una cámara Samsung modelo DV150F, para finalmente realizar la determinación taxonómica con ayuda de claves especializadas.

Cuadro 8.1.2.2.1. Formato utilizado para la caracterización de las colonias de micromicetos.

# de cepa	Tamaño (mm)	cloración	Micelio (textura)	Superficie	Aspecto	Ramilla	Crecimiento	Observaciones
			Micelio	Superficie	Aspecto		Crecimiento	
			Algodonoso	Elevado con micelio aéreo	Radiado		Lento (15-30 días)	
			yesosa-terrosa	Plana	Cerebriforme		Moderado (7-10) días	
			granulosa-Cérea-	Levantamiento central	Cretariforme		Rápido (6 días o menos)	
			granuloso		Plegado		Rapidez (crecimiento)	
			Velloso				Lento (15-30 días)	
			aterciopelado					

8.2 Tratamiento

8.2.1 Aplicación de inyecciones

Se seleccionaron 30 individuos de *Cupressus lusitanica* con signos y síntomas de plagas o enfermedades, procurando que estuvieran distribuidos de la manera más uniforme posible dentro de la FESI. Se registraron parámetros cualitativos previos a la aplicación de inyecciones, como a) vigorosidad (utilizando una escala de 1 a 6, donde 1 es un árbol vigoroso y 6 un árbol muerto); b) la coloración del follaje (utilizando una escala de 0 a 5 en la que 0 corresponde a un follaje de color normal para la especie y 5 a un color escaso o amarillento); c) número de canchros vivos en el tronco; d) cantidad de *Cinara fresai* (abundante, moderado y escaso), se consideró a éste áfido por ser muy constante en toda la zona de estudio y ser fácilmente observable; e) evolución de los canchros (categorías I, II, III y IV), seleccionando uno por árbol, el cual fue marcado físicamente con pintura amarilla. La tabla de registro de estos datos se muestra en el Cuadro 8.2.11, y los criterios utilizados pueden consultarse en los cuadros 8.2.1.2 al 8.2.1.4. También se realizó la toma de fotografías con una cámara digital Samsung modelo DV150F, como apoyo visual para la evaluación.

Los 30 árboles seleccionados se distribuyeron en los tratamientos de la siguiente forma: 10 árboles se trataron con una solución compuesta de insecticidas y fungicidas como: acefato (30 g/L), dimetoato (100 mL/L), imidacloprid (60 mL/L), propamocarb (30 mL/L), carbendacim (30 mL/L), metalaxil (40 mL/L), tiabendazol (30 mL/L), propioconazol (30 mL/L), hidróxido cúprico (20 mL/L) y kazugamicina (30 mL/L) (Grupo A); 10 árboles tratados con nutrientes: fosfito de potasio (100 mL/L), nitrógeno (50 mL/L) y ácidos fúlvicos y húmicos (50 mL/L) (Grupo B). Los 10 árboles restantes, fueron evaluados como Grupo Control. Cabe destacar que cerca de cada árbol tratado se monitoreó un árbol como control, para considerar condiciones de microclima lo más similares posibles.

Previo a la realización de este trabajo y de manera independiente, todos los árboles de la FES Iztacala fueron numerados y divididos en 6 zonas (actividades propias del Proyecto Áreas Verdes de la FESI). En la Figura 8.2.1.1 se puede observar la división de Zonas Dentro de la FES Iztacala y en la figura 8.2.1.2 la distribución de los árboles tratados durante la realización de este trabajo.

La aplicación de los tratamientos se llevó a cabo por el método de inyecciones a alta presión con ayuda del equipo INJECTHOR[®] (figura 8.2.1.3 y 8.2.1.4), realizando una perforación por cada 25 cm de DAP con ayuda de un taladro inalámbrico, partiendo de 30 cm desde la base y avanzando en forma espiral hacia arriba. En cada perforación se colocó un taquete especial patentado por INJECTHOR[®] con ayuda de un martillo. Finalmente se aplicaron los agroquímicos, inyectando 6.6 cm³ de la mezcla en cada orificio. Las concentraciones y dosis aplicadas fueron recomendadas por el fabricante, en función del DAP (Arriola *et al.*, 2014).



Figura 8.2.1.3. Equipo INJECTHOR[®] utilizado para la realización de este trabajo



Figura 8.2.1.4. Aplicación de inyecciones sistémicas mediante Equipo INJECTHOR[®]

Diagnóstico sanitario e inyecciones sistémicas en el control de las principales plagas y enfermedades de
Cupressus lusitanica (Cupressaceae).



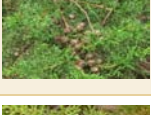
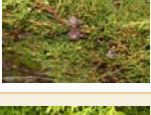

Cuadro 8.2.1.1. Tabla de registro utilizada para el monitoreo de la evolución de los grupos tratados.

Árbol No.	Vigorosidad	# canchros vivos	Categoría de canchro	Clorosis	Insectos observados	Cantidad de insectos	Manchas en el follaje	Observaciones
Fecha								
Pre-tratamiento								
No. De foto								
Fecha								
1 mes								
No. De foto								
Fecha								
2 meses								
No. De foto								
Fecha								
3 meses								
No. De foto								
Fecha								
4 meses								
No. De foto								

Cuadro 8.2.1.2. Criterios utilizados para determinar la vigorosidad del arbolado.

Valor	Categoría	Descripción
1	Vigoroso	Desarrollo y color uniforme de acuerdo a la especie, con tronco y follaje en condiciones físicas y sanitarias óptimas.
2	Declinante Incipiente	Ausencia de follaje en no más del 30% de la copa. Se observa puntas de ramas terciarias muertas y ausencia moderada de hojas.
3	Declinante moderado	Ausencia de follaje entre un 30% a un 60% de la copa, así como pérdida de las hojas en ramas terciarias y hojas escasas en ramas secundarias. Ramas terciarias y puntas de las ramas secundarias muertas.
4	Declinante avanzado	Ausencia de follaje entre un 60% a un 90% de la copa, así como pérdida de las hojas en ramas secundarias y terciarias. Hojas escasas en ramas primarias. Ramas terciarias, secundarias y puntas de ramas primarias muertas. Brotes de follaje en el tronco provenientes de yemas epicórmicas y en ramas primarias de yemas adventicias.
5	Declinante Severo	Follaje muy ralo en la copa, entre un 5 y 10%, asociado a brotes de yemas epicórmicas en la parte media y baja del tronco. Ramas terciarias, secundarias y primarias muertas.
6	Muerto	Pérdida total del follaje, posible ausencia o separación de la corteza y presencia de partes afectadas por pudrición en tronco y ramas.

Cuadro 8.2.1.3. Criterios utilizados para categorizar la coloración de los árboles (Fuente: Elaboración propia).

Categoría	Clorosis	Ejemplo
0	Normal contenido de clorofila	
1	Disminución muy ligera del contenido de clorofila	
2	Disminución ligera del contenido de clorofila	
3	Disminución notoria del contenido de clorofila	
4	Disminución avanzada de clorofila	

Cuadro 8.2.1.4. Criterios para clasificar los canchros observados en el arbolado bajo estudio (Elaboración propia).

Categoría		Descripción
I	Inicial	Color oscuro y ligera hinchazón por debajo de la corteza, que va abriendo lentamente con resinación oscura. Igual color y resinación en tejido calloso. Tejido reblandecido.
II	En desarrollo	Color oscuro y grumosidad, resinación oscura, inicio de la forma característica ovalada. Tejido del borde reblandecido con coloración rojiza. En tejido calloso no hay forma ovalada, pero el callo se ve hinchado con resina oscura y grumosa en el borde junto a cicatriz. Sobre la cicatriz se observa color rojo carmesí.
III	Desarrollado	Zona central hundida y oscura, supurante de resina oscura, tejido muy reblandecido. Textura humedecida. Borde blando y rojizo. En tejidos callosos resina muy oscura y tejido muy reblandecido en una superficie mayor partiendo del borde.
IV	Seco	Apariencia que toma el canchro tras el fin del ciclo de vida del hongo. La zona hundida y su borde con apariencia seca, se desprende fácil con la mano, mostrando el floema expuesto con un ligero tono rojizo. En tejido calloso, sólo se aprecia la costra de resina seca sobre la cicatriz, la madera se nota más oscura pero ya no reblandecida.

Figura 8.2.1.1. División de Zonas dentro de la FES Iztacala

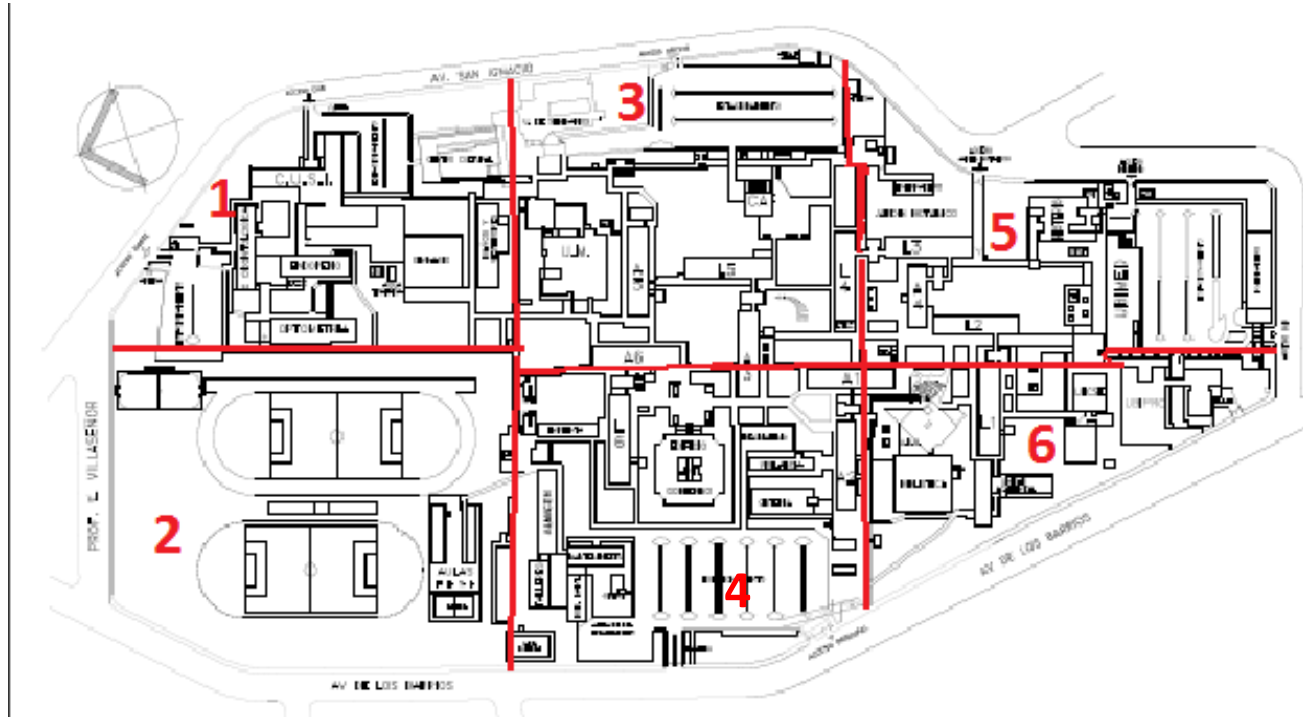


Figura 8.2.1.2. Distribución de árboles tratados. **Acotaciones:** Puntos Rosas 📍, árboles del grupo A (insecticidas y fungicidas); Puntos Verdes 📍, árboles del grupo B (nutrientes); Puntos Ocres 📍, árboles del grupo Control (No tratados) (Elaboración propia mediante Google Earth®)



8.2.2 Monitoreo

Una vez aplicados los tratamientos, se realizó un monitoreo de la respuesta de cada árbol de manera mensual. Se realizaron 4 evaluaciones post-tratamiento (abril, mayo, junio y julio de 2015). Se realizó la última evaluación cuando ya no se observaron cambios notables en los individuos tratados. Cada monitoreo consistió en el registro de los datos mencionados en el apartado 8.2.1. Los datos fueron registrados en una tabla como la representada en el Cuadro 8.2.2.1

Los resultados fueron agrupados en una matriz de datos analizados mediante el programa Minitab V.17, con la prueba estadística ji-cuadrada, la cual debe ser utilizada cuando los datos obtenidos sean de naturaleza cualitativa. En este caso se utilizó para determinar si las diferentes variables de respuesta (vigorosidad, color del follaje, número de canchales, categoría de los canchales, abundancia de pulgones) diferían según el tratamiento aplicado A (plagucidas y fungicidas) o B (Nutrientes).

9. Resultados

La descripción de los resultados se dividirá en dos partes: Diagnóstico, donde se describirán las condiciones generales en las que se encuentran los árboles estudiados y Tratamiento, donde se describirá la respuesta de los árboles que fueron sometidos a tratamiento.

9.1 Diagnóstico

9.1.1 Distribución

La caracterización de los individuos se realizó entre octubre de 2014 y febrero de 2015, encontrándose que en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala existe un total de 192 árboles de *Cupressus lusitanica*, los cuales no se distribuyen de manera uniforme en todo el predio y sufren afectaciones físicas y sanitarias distintas según el lugar en el que se encuentren, por lo que los resultados se describen detallando las características encontradas en cada zona. Como puede observarse en el Cuadro 9.1.1.1, la Zona con el mayor Número de árboles es la 1, seguida de la 4, dentro de ellas pueden encontrarse a más del 50% de los individuos. En la Zona 1 se identificó que la mayoría de los árboles de ésta especie son utilizados como cercos vivos y están colocados para delimitar las canchas deportivas y jardineras aledañas; por otro lado, en la Zona 4 los cedros son utilizados para delimitar los grandes jardines que rodean al Edificio de Gobierno (Figura 9.1.1.2). Las Zonas con menor número de árboles son la 3 y la 6, con 10 individuos cada una. En estas zonas, los árboles se vieron colocados principalmente en medio de los jardines, contrario a las Zonas anteriores (Figura 9.1.1.1)



Figura 9.1.1.1 a) Árboles de *C. lusitanica* utilizados como cercos vivos, con poda topiaria en la base (ramas muertas). b) Árbol de *C. lusitanica* colocado en un área abierta.





Figura 9.1.1.2. Ubicación de la totalidad de individuos identificados como *Cupressus lusitanica* en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. En la imagen se aprecia la aglomeración de individuos en algunas zonas (Elaboración propia mediante Google Earth ®, 2016)

9.1.2 Etapas de Desarrollo

En cuanto a la etapa de desarrollo de los árboles valorados, se observó que los árboles se encuentran en las siguientes categorías: maduro (160), declinante ó senil (20), juvenil (11) y muerto (1). La proporción de etapas de desarrollo puede observarse en la figura 9.1.2.1. Dentro de éste rubro, se observó que debido a condiciones de estrés y podas, algunos árboles presentaban alturas de árboles juveniles siendo que ya eran adultos.

Como puede observarse en la Figura 9.1.2.2, la mayor parte de los árboles maduros se encuentran en la Zona 1, seguida de la Zona 4, mientras que la mayoría de los árboles seniles se encuentran en las zonas 4 y 5. El único árbol muerto registrado al momento del último recorrido se ubica en la Zona 5.

Cuadro 9.1.1.1 Distribución de los árboles de *C. lusitanica* por Zona.

Zona	No. De individuos	%
1	65	34
2	21	11
3	10	5
4	58	30
5	28	15
6	10	5
Total	192	100

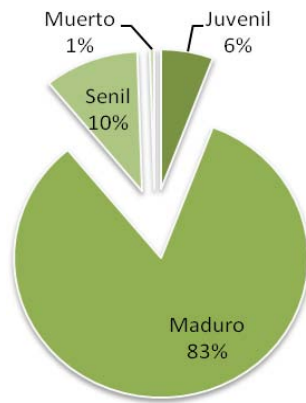


Figura 9.1.2.1. Porcentaje total de árboles por Etapa de Desarrollo

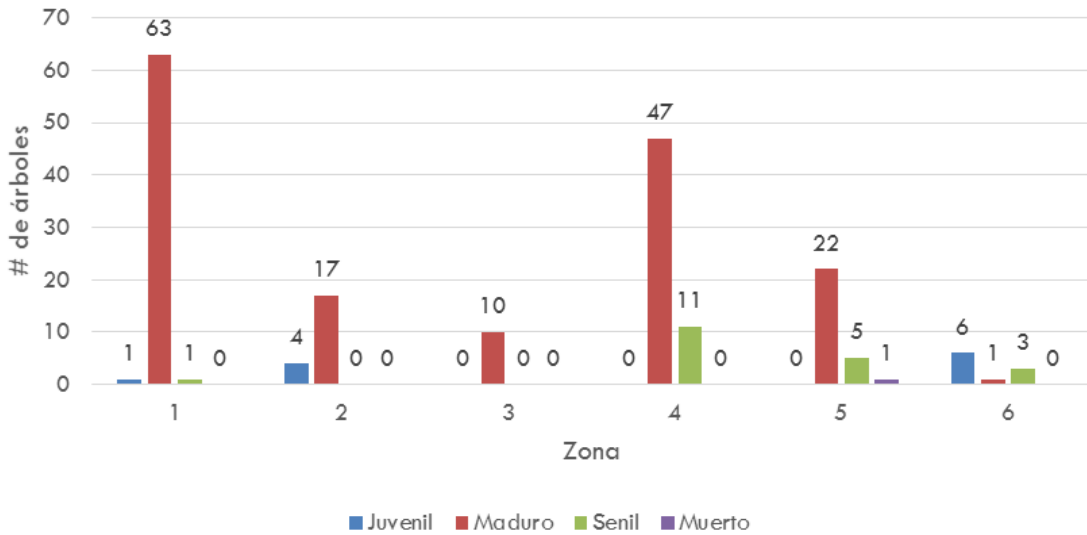


Figura 9.1.2.2. Distribución de los árboles de *C. lusitanica* por etapas de desarrollo en las Zonas de la FESI

9.1.3 Dasometría

En cuanto a la caracterización dasométrica de los árboles estudiados, como puede verse en la Figura 9.1.3.1, la mayoría se encuentran dentro de un rango de altura de 1.2 a 4.9 m, lo cual es una medida por debajo de lo esperado para ésta especie. Sin embargo, la media de la altura por zona nos indica que los árboles que caen en el rango anterior se encuentran en las Zonas 1, 2 y 6. En las Zonas que se tiene un manejo de podas topiarias para ésta especie, se evita su crecimiento, provocando que árboles adultos presenten tallas bajas y con ramificaciones cercanas al suelo; además, se ha propiciado que las copas sean cilíndricas, muy similares a los cipreses italianos (*Cupressus sempervirens*).

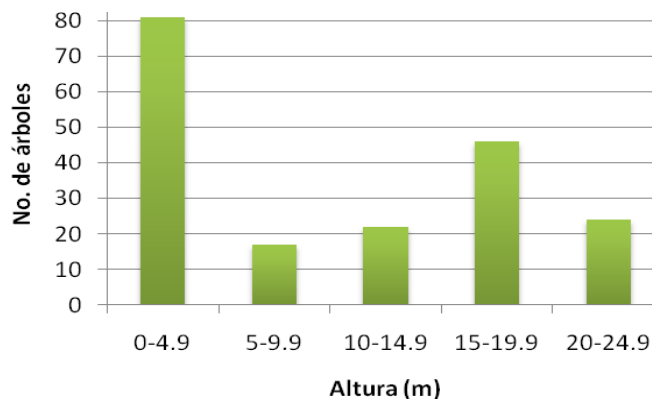


Figura 9.1.3.1. Total de árboles de *C. lusitanica* por categoría de altura

Es de destacar que en las zonas donde los árboles no son utilizados como cerco vivo se permite su libre desarrollo, alcanzando alturas hasta de 24.6 m (máximo encontrado en éste trabajo). Como puede observarse en la Figura 9.3.1.2 los árboles con la altura media más alta se encuentran en la Zona 4, seguida de las Zonas 3 y 5. La limitante más importante para el crecimiento de los individuos en estas Zonas fue la competencia intraespecífica.

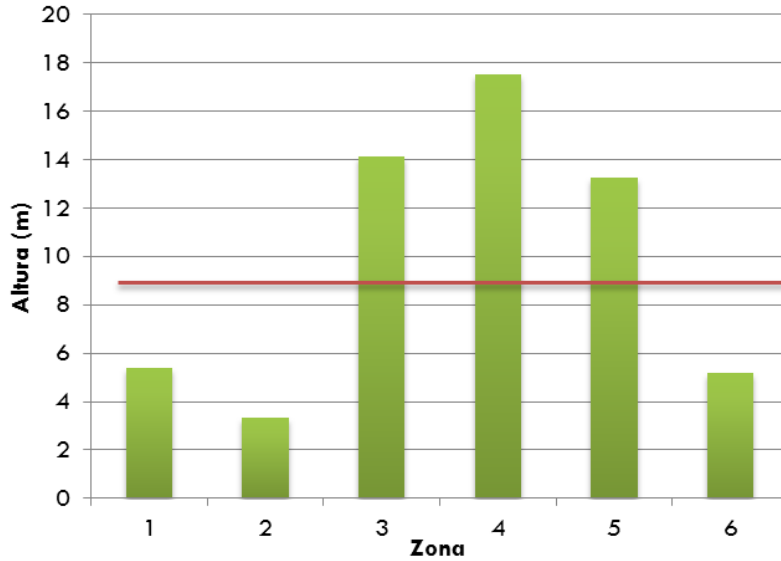
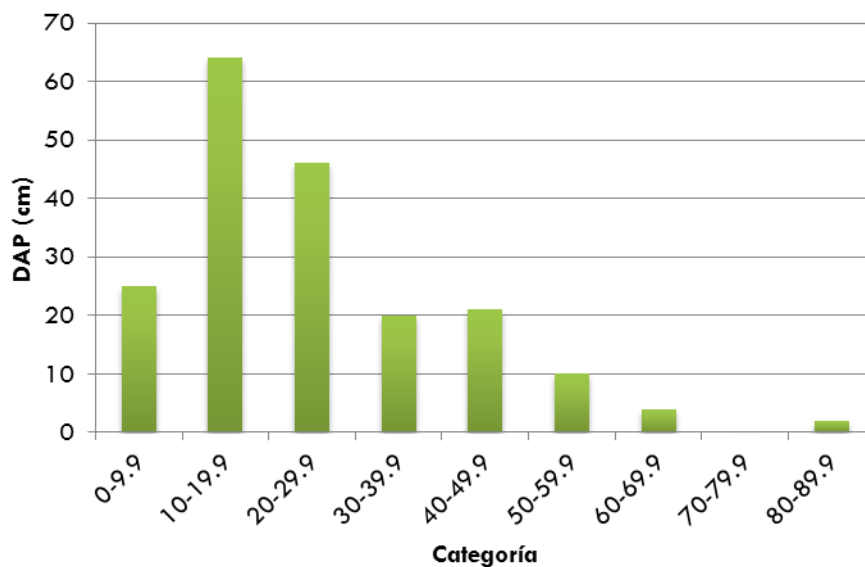
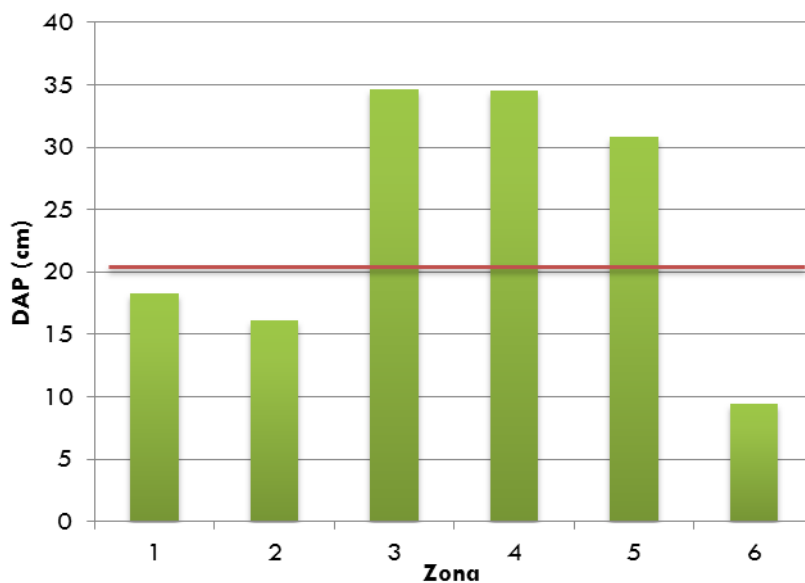


Figura 9.3.1.2. Altura media de los individuos de *C. lusitanica*, por Zona.

Con respecto al DAP, como se puede ver en la Figura 9.1.3.3, se encontró que la mayoría de los individuos están dentro de la categoría de 10 a 19.9 cm, lo cual es una medida muy por debajo de lo reportado para esta especie. Nuevamente, los valores medios más bajos se encuentran en las zonas donde se les realiza poda topiaria, según lo observado en la Figura 9.1.3.4. Cabe aclarar además, que el DAP de algunos árboles de las Zonas 1 y 2 fue tomado en la base, puesto que la copa cilíndrica inducida de los árboles no permitía rodear al tronco en esa altura. Por otro lado, los árboles con los troncos más gruesos se encuentran en las Zonas 3 y 4.



9.1.3.3. Categorías de DAP para los árboles de *C. lusitanica* de todas las zonas estudiadas



9.1.3.4. DAP medio de los individuos estudiados, por zona

En cuanto a la cobertura de los árboles (Figura 9.1.3.5), se halló que en la zona 3 el área es más grande en promedio que en el resto de las zonas, mientras que en la Zona 2 la cobertura media es la más pequeña debido a las razones antes expuestas, además de que en dicha zona se encuentran 4 árboles en etapa de desarrollo juvenil, con coberturas muy pequeñas.

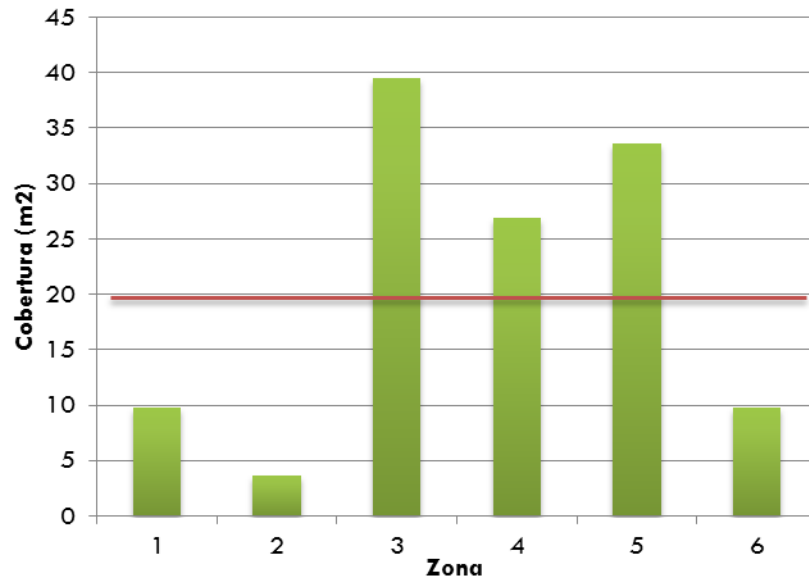


Figura 9.1.3.5. Cobertura media por zona de *C. lusitánica*

9.1.4 Diagnóstico Fitosanitario

Para conocer el estado Físico y Sanitario de la copa y tronco se realizó una evaluación de manera cualitativa siguiendo los criterios de Benavides: Bueno, Regular, Malo y Pésimo. El análisis de estos parámetros proporcionó un panorama general de la situación del arbolado, además de permitir conocer la problemática específica de cada Zona de la FES Iztacala.

En cuanto al Estado Físico de la Copa (EFC), se encontró que la mayoría de los cedros se encuentran entre regular (31%) y bueno (30%), lo que implica que presentan en general un color homogéneo, pocas ramas con ausencia de follaje y copa balanceada, por otro lado, el 16% tiene un estado pésimo, lo cual implica una mala apariencia al tener más de la mitad del follaje ausente y la copa desbalanceada (Figura 9.1.4.1)

En el Estado Sanitario de la Copa (ESC), se encontró que el 51% tienen daños incipientes por ataque de alguna plaga o enfermedad, o clorosis en más del 25%. Cabe destacar que en muchos árboles no se logró observar a insectos reconocidos como plaga, en gran parte debido a que las copas de los árboles se encontraban a gran altura, sin embargo se observaron los daños sobre las hojas u otras evidencias. En cuanto a las enfermedades, se logró reconocer a la clorosis como la de mayor incidencia y a las manchas foliares como las que más afectan estéticamente a

los árboles. Una proporción importante de árboles (37%) presentó un Buen ESC, el cual se caracteriza por la ausencia de evidencias de ataque de plagas o enfermedades.

Con respecto al Estado Físico del Tronco (EFT), se encontró que el 48% de los árboles cayeron dentro de la categoría de Bueno, puesto que tienen troncos de apariencia sólida, fuerte y sin daños mecánicos, mientras que una proporción igualmente significativa (47%) presentan un EFT Regular, la mayoría de los daños encontrados fueron podas mal realizadas de tallos codominantes, árboles multitruncos con presencia de corteza incluida, cavidades generadas por canchales, u otra clase de afectaciones que provocado que el árbol perdiera la estructura monopódica característica de la especie.

Finalmente, en cuanto al Estado Sanitario del Tronco (EST), el 43% de los árboles se valoraron como "Bueno", debido a que no se encontró evidencia de la presencia de plagas o enfermedades; por otro lado, el 40% de los árboles evaluados presentaron una categoría Regular, principalmente debido a la detección de canchales vivos o secos, a la presencia de insectos chupadores, o evidencia de ellos.

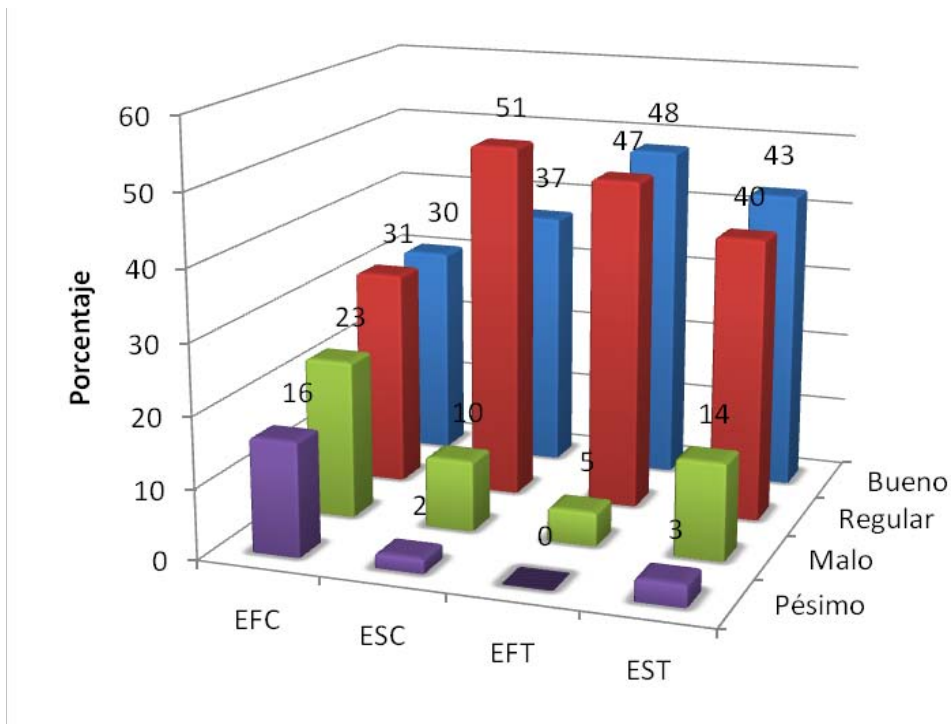


Figura 9.1.4.1. Porcentaje de Estado Físico de la Copa (EFC), Estado Sanitario de la Copa (ESC), Estado Físico del Tronco (EFT) y Estado Sanitario del Tronco (EST), hallados en todos los *C. lusitanica* la FESI

Análisis por zona

Se observaron grandes diferencias en las condiciones Físicas y Sanitarias del arbolado dependiendo de la Zona en donde se evaluó, por esta razón se presentan figuras correspondientes al EFC, ESC, EFT, EST en cada una de las zonas.

- **Estado Físico de la Copa (EFC)**

Como puede observarse en la figura 9.1.4.3, el mayor porcentaje de árboles con un buen EFC (67%) se encontró en la zona 2 seguida de la zona 3 con 60%; en éstas zonas los cedros blancos se encuentran mejor distribuidos, otorgándoles más espacio para no competir con otros árboles, además en éstas zonas no son podados. Por el contrario, el mayor porcentaje de árboles con pésimo EFC se ubicó en la zona 6, debido principalmente a su mala ubicación. En la Zona 1, donde se trabaja la copa de los árboles mediante podas topiarias, se halló un porcentaje igual de individuos con EFC bueno y regular (28%), lo cual se debe al manejo (ya mencionado en secciones anteriores) que a largo plazo genera deformación y muerte del árbol (Figura 9.1.4.2a). En las Zonas 4 y 5, donde respectivamente el 38% y 43% de los individuos evaluados presentaron un EFC Regular, la problemática detectada fue la inadecuada planeación en la distribución de los árboles (Figura 9.1.4.2b), pues estos fueron plantados formando un cerco vivo, muy juntos unos de otros, lo cual provoca el roce de las ramas que a largo plazo mueren. Ésta situación deriva en un debilitamiento general del individuo, así como mayor susceptibilidad ante plagas y enfermedades.



Figura 9.1.4.2a. Afectaciones de la copa provocadas por las podas topiarias.



Figura 9.1.4.2b. Árbol plantado muy cercanamente de otros, lo que impide el adecuado desarrollo de la copa.



Figura 9.1.4.2c. Árbol con espacio adecuado para su desarrollo.

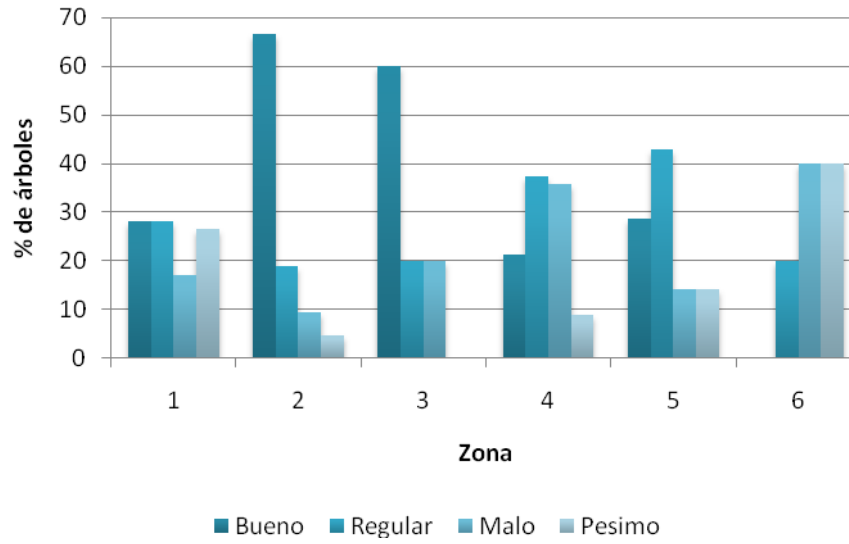


Figura 9.1.4.3. EFC de los Cedros blancos por zona.

- **Estado Sanitario de la Copa (ESC)**

En cuanto al ESC, la zona 2 presentó la mayor proporción de árboles categorizados como “Bueno”. La zona 6, 5, 4 y 1 presentaron porcentajes importantes de copas en estado Regular, encontrándose principalmente insectos chupadores como las cigarritas (*Cicadellidae*) (Hemiptera), ninfas de la familia *Miridae* (Hemiptera), y el áfido específico *Siphonatrophia cupressi* (Hemiptera: Aphididae) La zona 3 presentó el mayor porcentaje de árboles con mal ESC, mientras que las zonas 4 y 5 fueron las únicas que presentaron individuos con Pésimo estado (Figura 9.1.4.4). En el cuadro 9.1.4.1 se presentan las plagas y enfermedades de la copa, por zona que fueron detectadas durante el diagnóstico, y en el Anexo 13.2 la descripción completa de cada una de ellas. Cabe destacar que las plagas detectadas no se encontraron en la misma abundancia durante el periodo del diagnóstico, tal es el caso de *Aconophora* sp. (Hemiptera: Membracidae) (Figura 9.1.4.5a) la cual solo se observó al inicio del trabajo en las zonas 1,3 y 4; así como *Banasa calva* (Hemiptera: Pentatomidae) la cual solo se encontró en la zona 4. Igualmente se pudo detectar que el muérdago está avanzando rápidamente en la colonización de *C. lusitanica*, por lo que de no aplicar medidas podría volverse un problema de mayor gravedad de la que tiene actualmente. Se observó también que la prevalencia de las plagas y enfermedades está directamente relacionada con el tipo de manejo que tiene el arbolado, siendo más alta en donde se observan condiciones de estrés.

Las enfermedades detectadas en los árboles fueron principalmente canchros fungosos, pues 73% de los individuos los presentaron en alguna categoría de desarrollo. Los micromicetos determinador fueron: *Aspergillus niger* (Figura 9.1.4.6a), y especies diferentes del género *Alternaria* (Figuras 9.1.4.6 f, g y h). También se obtuvo una cepa con características morfológicas similares a *Fusarium* sp., sin embargo no se logró confirmar su identidad. Por observaciones en campo de signos de enfermedad, pudo sospecharse también la presencia de *Pestalotiopsis* sp. y *Seiridium* sp., sin embargo no se pudo confirmar su presencia a nivel de cultivo. Las descripciones completas de estos microorganismos se pueden consultar en el anexo 13.2. Por otro lado una afectación muy frecuente que se detectó fue el desarrollo de agallas o pequeñas tumoraciones en las bases de las ramillas que debilitaban la unión entre ellas (Figura 9.1.4.5e), sin embargo no se logró identificar el agente causal.

Cuadro 9.1.4.1. Plagas y Enfermedades detectadas en la Copa de los cedros, por zona

Zona	Plagas detectadas	Enfermedades
1	<i>Siphonatrophia cupressi</i> , Miridae, Cicadellidae, <i>Aconophora</i> sp.	Agallas en ramillas
2	<i>Siphonatrophia cupressi</i> . Miridae, Cicadellidae	Clorosis
3	<i>Aconophora</i> sp.	Cancros (manchas foliares)
4	<i>Aconophora</i> sp., <i>Banasa calva</i> , muérdago *	Cancros, agallas en ramillas.
5	<i>Siphonatrophia cupressi</i> . Miridae, Cicadellidae, <i>Banasa calva</i>	Cancros (manchas foliares)
6	Ninguna	Desnutrición



Figura 9.1.4.5a. *Aconophora* sp. colectada en Noviembre-Diciembre 2014



Figura 9.1.4.5b. *Banasa calva* colectada en Noviembre-Diciembre 2014



Figura 9.1.4.5c. Cancros en las ramillas, vistos con microscopio estereoscópico



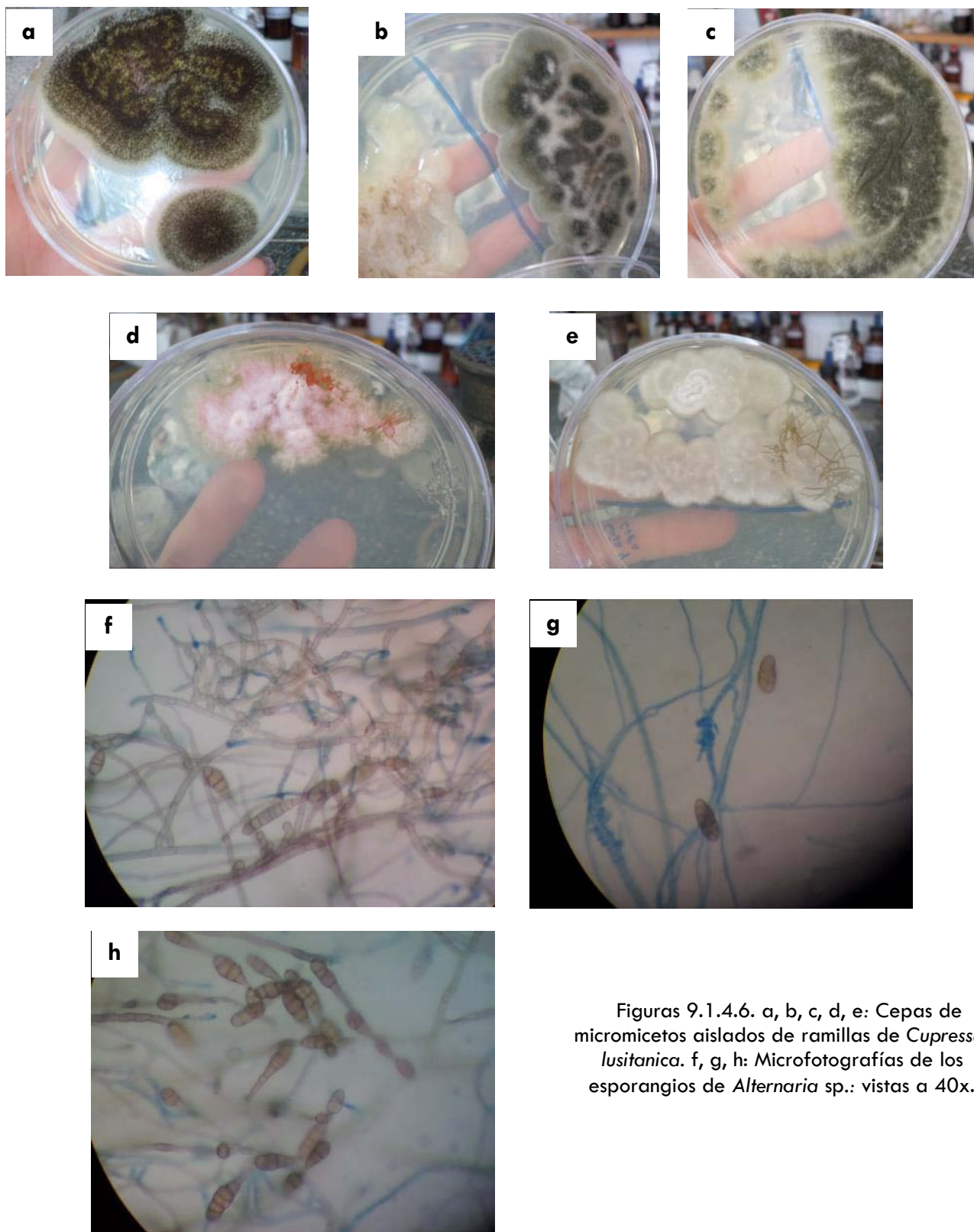
Figura 9.1.4.5d. Insectos del follaje frecuentes en todos los árboles: *Siphonatrophia cupressi*, Cicadelidos, Miridos, y algunos depredadores en estadios inmaduros.



Figura 9.1.4.5e. Tumoraciones o agallas en las bases de las ramillas de *Cupressus lusitanica*.



Figura 9.1.4.5f. Cancros en copa de un cedro blanco.



Figuras 9.1.4.6. a, b, c, d, e: Cepas de micomicetos aislados de ramillas de *Cupressus lusitanica*. f, g, h: Microfotografías de los esporangios de *Alternaria* sp.: vistas a 40x.

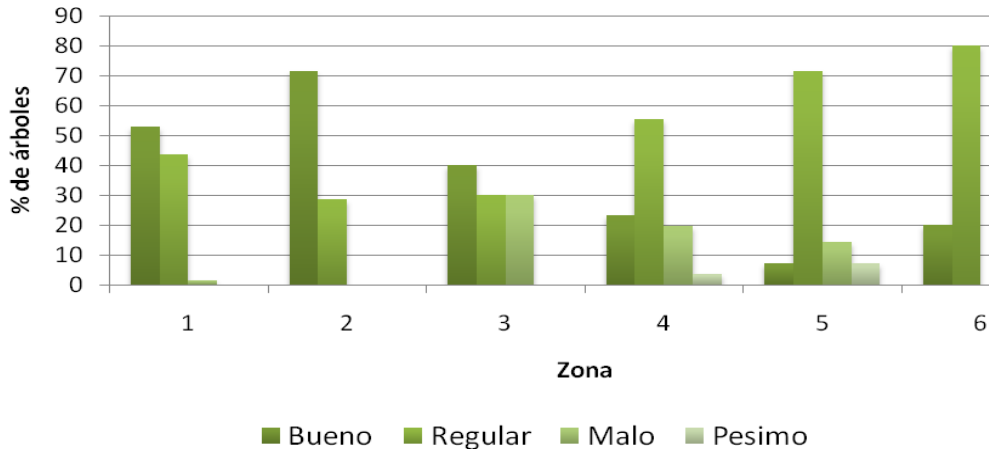


Figura. 9.1.4.4. Porcentaje de categorías de ESC en cedro, por zona

• **Estado Físico del Tronco (EFT)**

Finalmente, el EFT de mejor condición se observó en las zonas 6, 3 y 4 con 70%, 60% y 55% de los individuos evaluados (Figura 9.1.4.5). Los árboles con ésta categoría presentaron fustes sin evidencias de debilidad ni codominancias, afectaciones principales observadas durante este trabajo. Los árboles de las Zonas 1, 2 y 5 presentan en su mayoría en un EFT “Regular” puesto que muchos de ellos sufrieron podas topiarias que provocaron tallos multitronco débiles con cortezas incluidas.

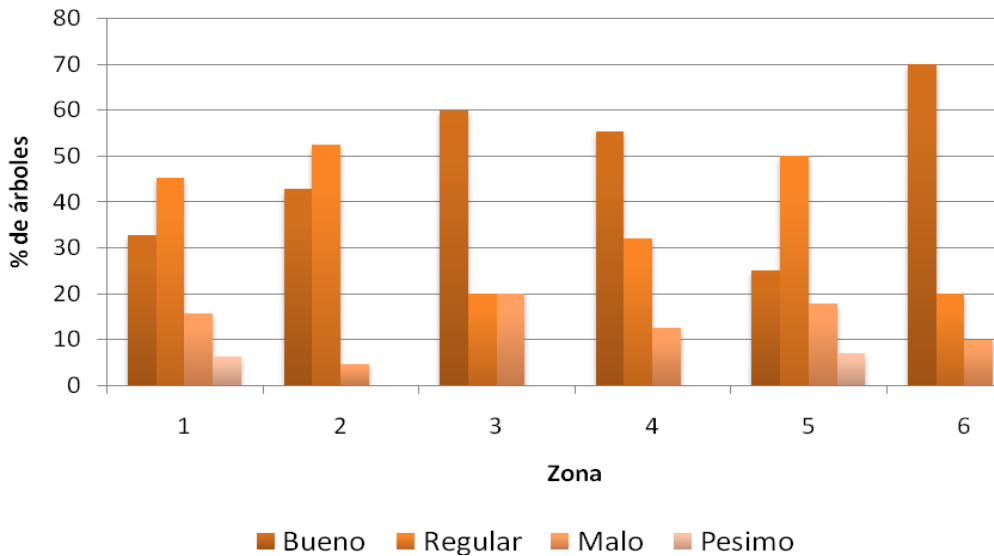
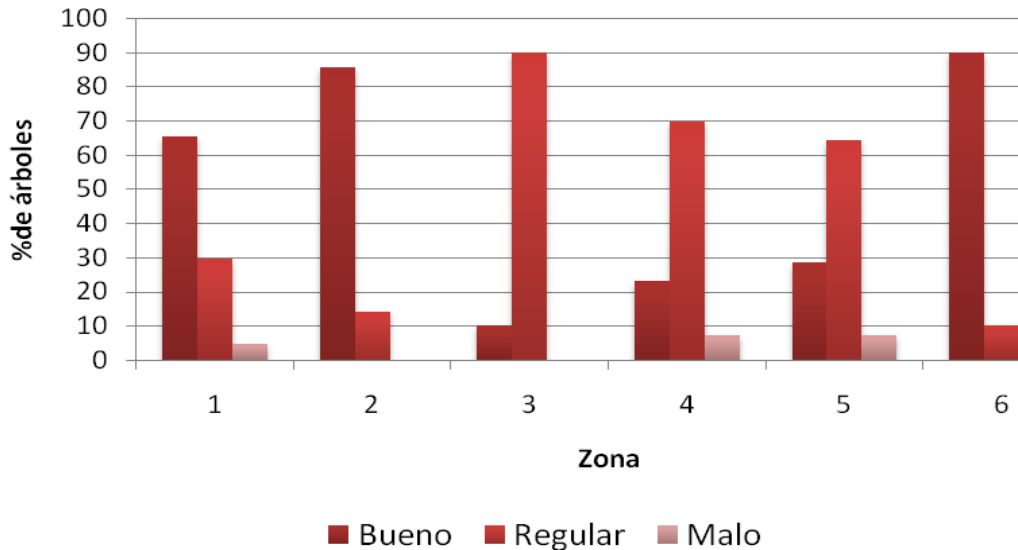


Figura 9.1.4.5. Porcentaje de categorías de EFT

- **Estado Sanitario del Tronco (EST)**

Con respecto al EST, como puede observarse en la Figura 9.1.4.6, el porcentaje más alto de “Bueno” se concentró en la zona 6, a pesar de las otras condicionantes halladas en este sitio. Por el contrario, la zona 3 presentó un 90% de los individuos con categoría “Regular”, seguida de la zona 4 y 5 con 70% y 64% respectivamente. La condición “regular” y “mala” que presentaron los individuos se debió en la mayoría de los casos a la presencia de canchales fungosos en el fuste en diferentes estados de desarrollo (Figura 9.1.4.7e y f), así como al hallazgo del áfido *Cinara fresai* (Hemiptera: Aphididae) (Figura 9.1.4.7a y b) dentro de cavidades o heridas. Éste áfido se encontró en muy alta frecuencia durante todo el año, con fluctuaciones en la abundancia o etapa de desarrollo respecto a la época del año. También se encontró la chinche roja (*Boisea* sp.) (Hemiptera: Rhopalidae) (Figura 9.1.4.7c) en gran abundancia, pero sólo durante febrero y marzo de 2015. Algunos árboles presentaron evidencias de ataques de descortezadores, sin embargo nunca se logró observar a dichos organismos. En el cuadro 9.1.4.2 se muestran las plagas y enfermedades que más influenciaron en la categoría del EST.



9.1.4.6. Porcentaje de categorías de EST en *C. lusitanica*, por Zona

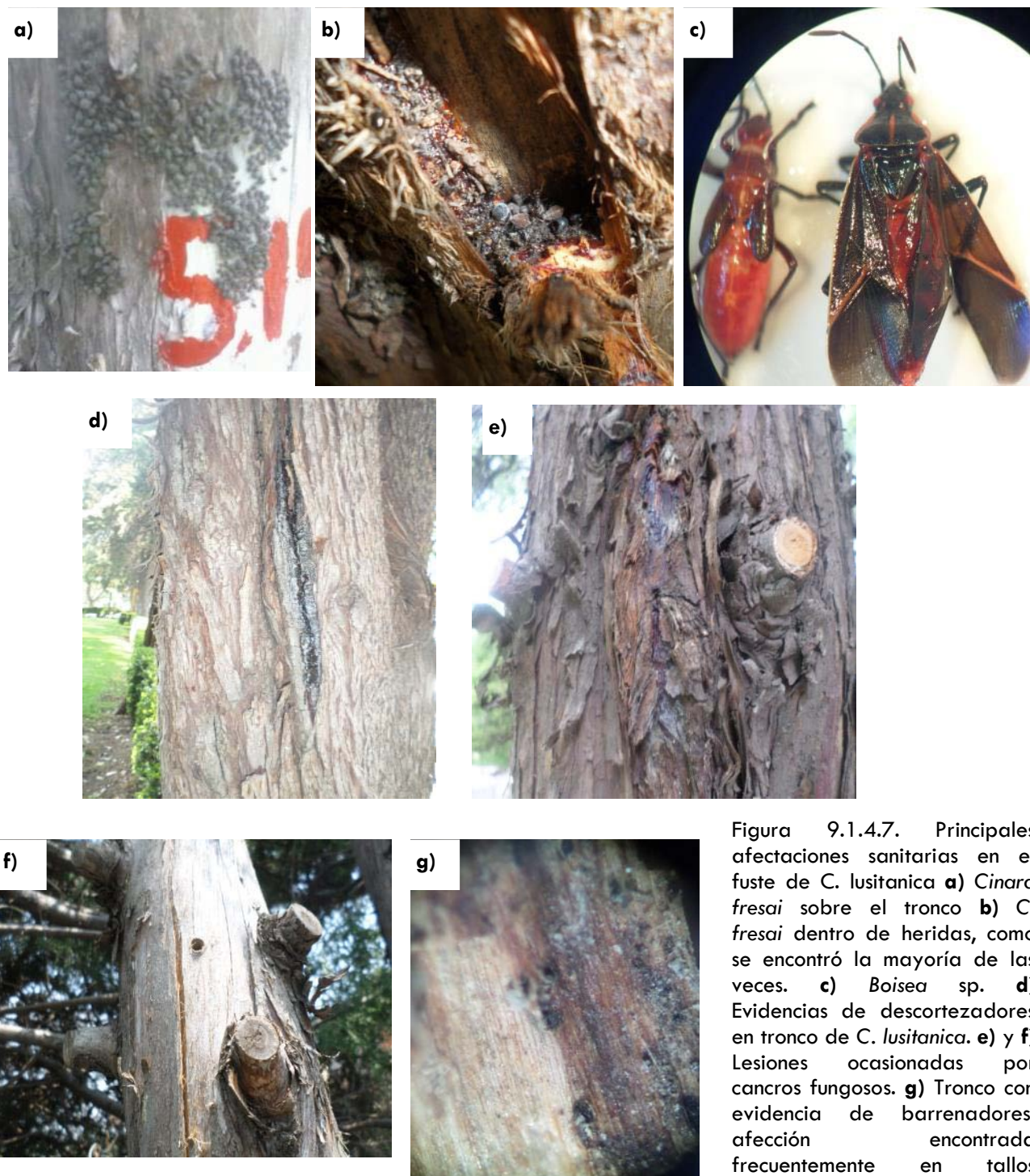


Figura 9.1.4.7. Principales afectaciones sanitarias en el fuste de *C. lusitanica* **a)** *Cinara fresai* sobre el tronco **b)** *C. fresai* dentro de heridas, como se encontró la mayoría de las veces. **c)** *Boisea* sp. **d)** Evidencias de descortezadores en tronco de *C. lusitanica*. **e)** y **f)** Lesiones ocasionadas por canchros fúngicos. **g)** Tronco con evidencia de barrenadores, afección encontrada frecuentemente en tallos muertos. **h)** Canchros en parte interna de corteza, observados en microscopio estereoscópico

Cuadro 9.1.4.2. Plagas y Enfermedades detectadas en el Tronco de los cedros, por zona.

Zona	Plagas detectadas	Enfermedades
1	<i>Cinara fresai</i>	Cancros
2	Ninguno	Resinación
3	<i>Cinara fresai</i>	Cancros
4	<i>Cinara fresai</i>	Cancros
5	<i>Boisea sp.</i> , <i>Cinara fresai</i>	Cancros
6	Ninguna	Ninguna

9.1.5 Afectaciones abióticas y estructurales

El diagnóstico realizado durante este trabajo incluyó observaciones de las condiciones ambientales bajo las que crecen cada uno de los individuos evaluados. Los resultados observados a nivel área de estudio, se observan en la figura 9.1.5.1, cabe destacar que la afectación estructural encontrada en mayor proporción fue la corteza incluida que se desarrolla principalmente en árboles multitronco o con tallos codominantes (Figuras 9.1.5.2 a, b y c). Otra afectación muy frecuente fue el poco espacio en el que se encontraron muchos de los individuos (65% del total), debido a esto, muchos de los árboles están siendo estrangulados por el pavimento (débil anclaje), convirtiéndoles en árboles de riesgo (Figuras 9.1.5.2 d, e y f). Otra de las afectaciones encontradas con frecuencia fue la copa desbalanceada, generada principalmente por podas inadecuadas o competencia. Por otro lado se encontró también una alta frecuencia de árboles vandalizados, sobre todo en los que están expuestos a pasos peatonales muy transitados, en los que se encontraron chicles pegados en el fuste, basura dentro de las cavidades y entre las ramas, cuerdas atadas en tronco, clavos, navajazos y pintas.

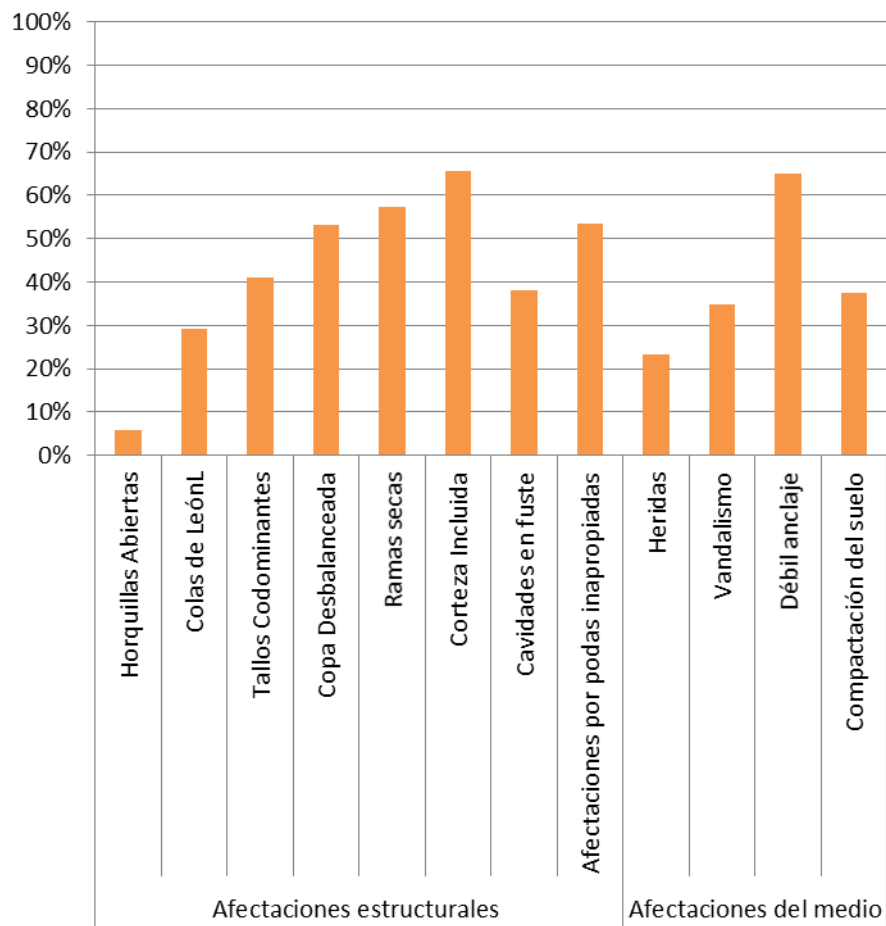


Figura 9.1.5.1. Afectaciones estructurales y abióticas que fueron observadas en los cedros blancos de la FES Iztacala.

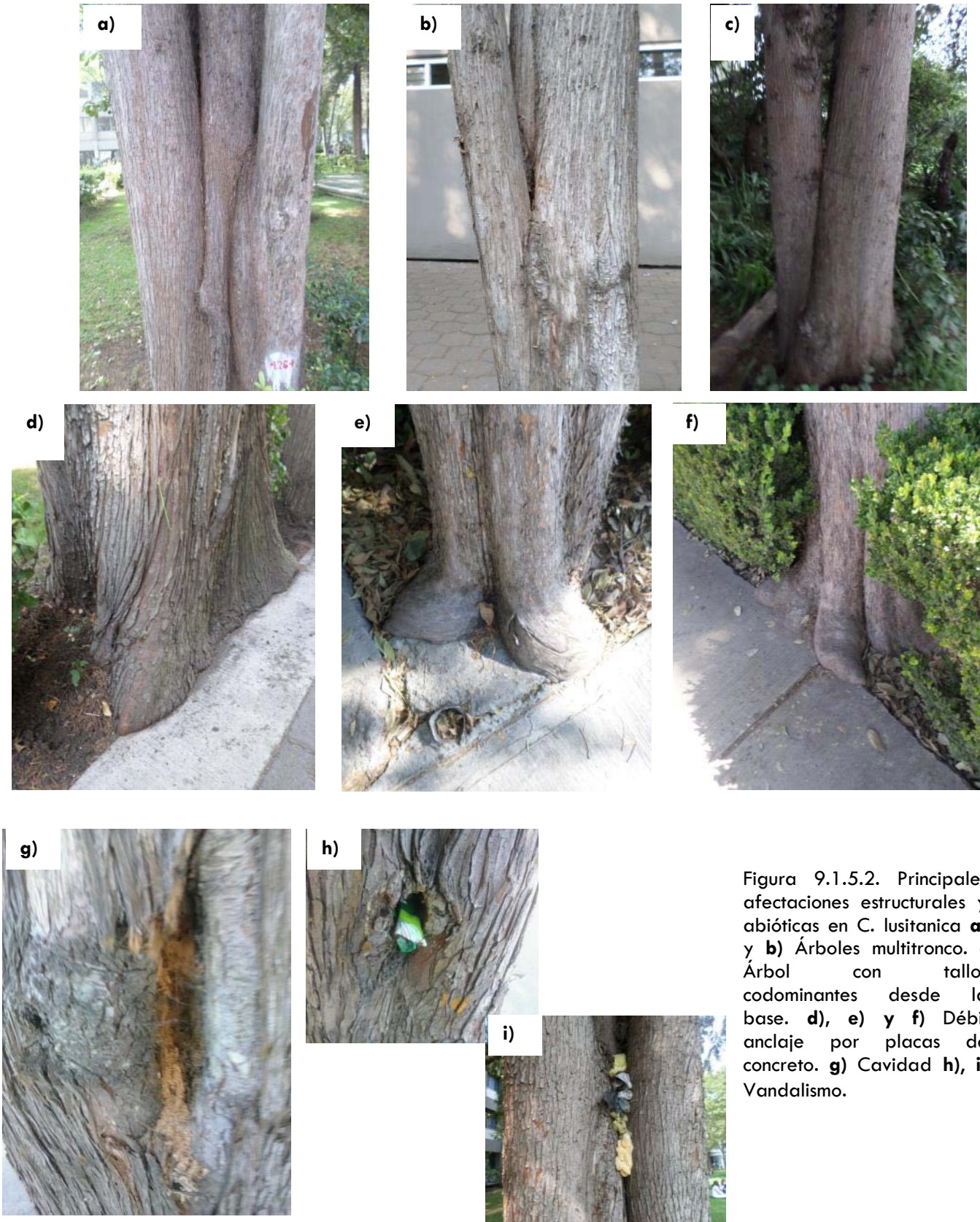


Figura 9.1.5.2. Principales afectaciones estructurales y abióticas en *C. lusitanica* **a)** y **b)** Árboles multitronco. **c)** Árbol con tallos codominantes desde la base. **d), e) y f)** Débil anclaje por placas de concreto. **g)** Cavidad **h), i)** Vandalismo.

9.2 Evaluación de tratamientos

9.2.1 Resultados

Con respecto a los tratamientos aplicados, se observaron cambios evidentes en la vigorosidad, sobre todo al corto plazo. Los cambios se observaron en los árboles de los grupos A y B, pues el grupo control permaneció con condiciones muy similares a lo largo del monitoreo que se efectuó.

En la figura 9.2.1.1, 9.2.1.2, 9.2.1.3 se representan los cambios observados sobre la vigorosidad, contrastando las observaciones previas al tratamiento contra la última observación realizada, en el Grupo A, Grupo B y Grupo Control respectivamente. En la figura 9.2.1.1 correspondiente al Grupo A se observa que cinco de los árboles tratados no mostraron cambios entre la categoría inicial y final, sin que esto signifique que no haya cambiado nada en el periodo inter. Nótese que todos los árboles de este grupo que presentaron un cambio, fue hacia una mejor condición de vigor (1), además que 7 de los 10 árboles presentaron una condición de “Vigoroso” en la evaluación final.

En la Figura 9.2.1.2 correspondiente al Grupo B se puede apreciar que 8 de los árboles tratados mostraron un cambio favorable en cuanto a vigorosidad, mientras que 2 de ellos no presentaron cambios (el árbol 6 no había presentado cambios antes de ser derribado). Para la evaluación final, 5 de los individuos presentaron la mejor condición de vigor.

En la figura 9.2.1.3 se representan los cambios en el vigor de los árboles no tratados, de los cuales solo dos fueron vigorosos al finalizar el monitoreo, mientras que cuatro de ellos eran árboles con la categoría de “declinante incipiente”. Se destaca que solo en este grupo hubo retrocesos en el vigor de los individuos, lo que sugiere que la aplicación de las inyecciones generó una respuesta positiva para la variable vigorosidad.

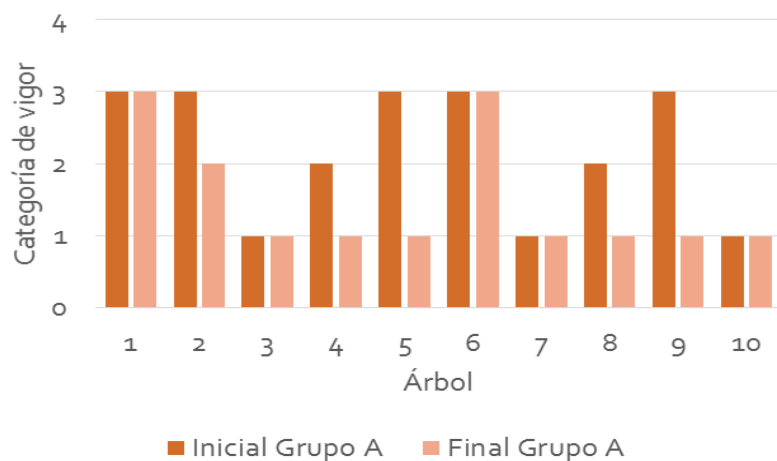


Figura 9.2.1.1. Cambios en el vigor de los árboles correspondientes al Grupo A, tratados con una mezcla de fungicidas e insecticidas (acefato, dimetoato, imidacloprid, propamocarb, carbendacim, metalaxil, tiabendazol, propiconazol, hidróxido cúprico y kazugamicina). Se representa la evaluación previa al tratamiento y transcurridos 4 meses.

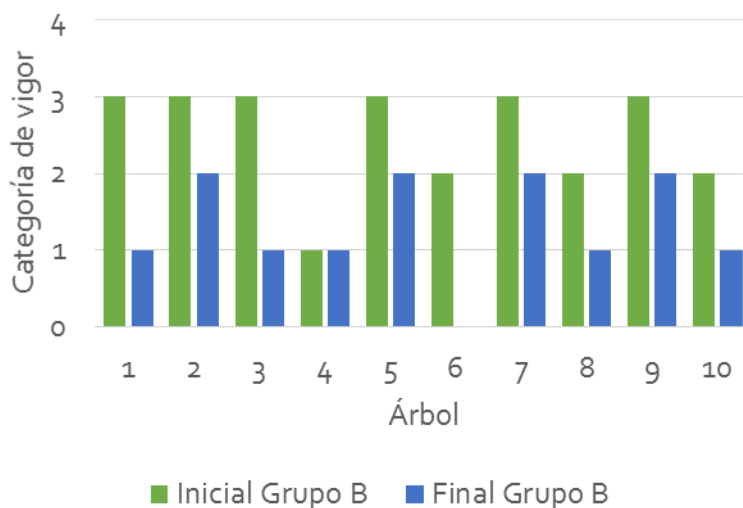


Figura 9.2.1.2. Vigor de los árboles correspondientes al Grupo B, tratados con una solución conformada por nutrientes (fosfito de potasio, nitrógeno, ácidos fúlvicos y húmicos), antes del tratamiento y transcurridos 4 meses. Nota: El árbol 6 fue derribado antes de realizar la última evaluación, por lo que no hay valor en la figura.

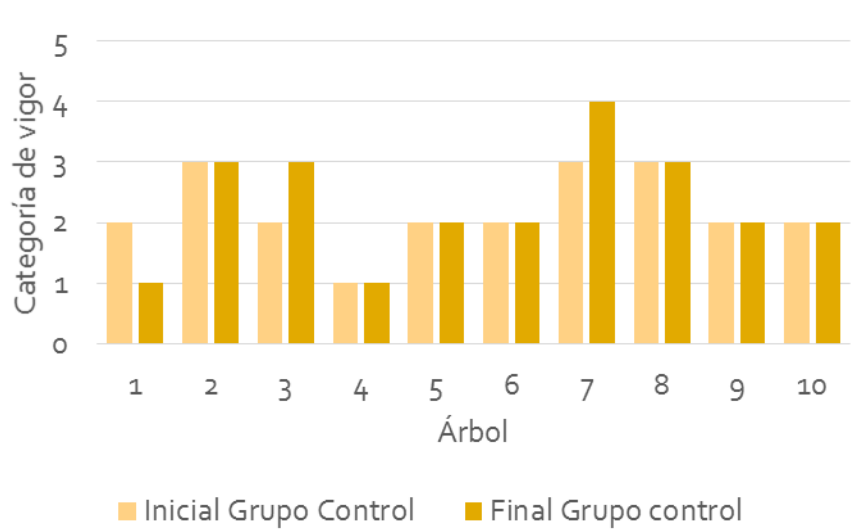


Figura 9.2.1.3. Vigorosidad de los árboles del grupo Control (no tratados) antes de la aplicación de tratamientos y 4 meses después.

En las figuras 9.2.1.4 a 9.2.1.9 se muestra la evolución del número de canchros en los árboles de los Grupos A, B y Control, respectivamente, comparando dicha variable antes de la aplicación de los tratamientos y 4 meses después de ella. Para el caso de los árboles del Grupo A (Figura 9.2.1.4) los resultados fueron heterogéneos, pues se observa que en 5 de los 10 árboles hubo una disminución del número de canchros vivos en el tronco, en dos árboles aumentó el número de canchros y en tres permaneció igual. En cuanto a la categoría de los canchros monitoreados (Figura 9.2.1.5), los cambios observados corresponden a canchros que finalizaron su etapa de desarrollo (categoría IV). En cuanto a los árboles del Grupo B, se observó que el número de canchros vivos aumentó en 4 de los 10 árboles, mientras que en los seis restantes se mantuvo sin cambios (figura 9.2.1.6). Con respecto a la categoría, en dos de los árboles se observó un aumento en la categoría, uno de ellos a categoría IV, mientras que los 8 restantes permanecieron sin cambio (Figura 9.2.1.7). En el grupo control (figura 9.2.1.8) se observó que en 5 de los 10 árboles hubo un aumento en el número de canchros, en tres permanecieron iguales y en dos disminuyeron, esto debido a que algunos de los canchros observados ya se encontraban en fases de desarrollo finales (categoría IV); con respecto a la categoría (figura 9.2.2.9), se observa que seis de los diez árboles permanecieron en la misma categoría. Las fluctuaciones en el número de canchros y el

desarrollo de estos, podrían haber estado influenciadas por las condiciones y características particulares de cada individuo, así como al grado de infección, pues al tratarse de un trabajo experimental en campo, existen muchas variables fuera de control, como el clima, el riego artificial no igualitario, las podas de mantenimiento (factor estresante). Sin embargo, el análisis estadístico aplicado (Sección 9.2.5) indicó que existió una cierta tendencia de protección ante el desarrollo de canchros en los árboles del Grupo A.

En cuanto a los insectos (*Cinara fresai*), los cambios observados entre los diferentes tratamientos no siguieron ninguna tendencia en función de los tratamientos (A, B o control) (figura 9.2.1.10), pues se observaron fluctuaciones en la abundancia de los insectos sobre un mismo árbol independientemente de si éste había sido tratado.

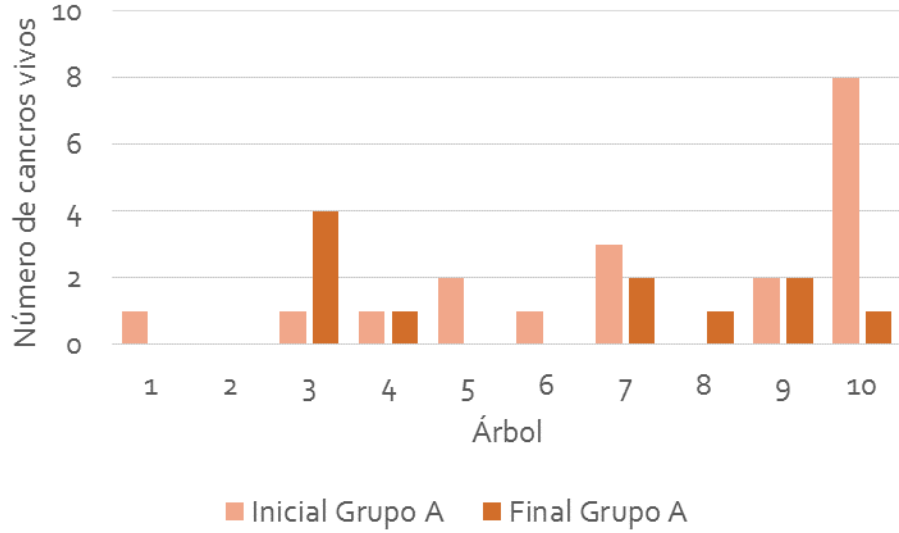


Figura 9.2.1.4. Número de canchros vivos contabilizados en el fuste de los individuos del Grupo A (fungicidas e insecticidas), antes del tratamiento y 4 meses posteriores a este

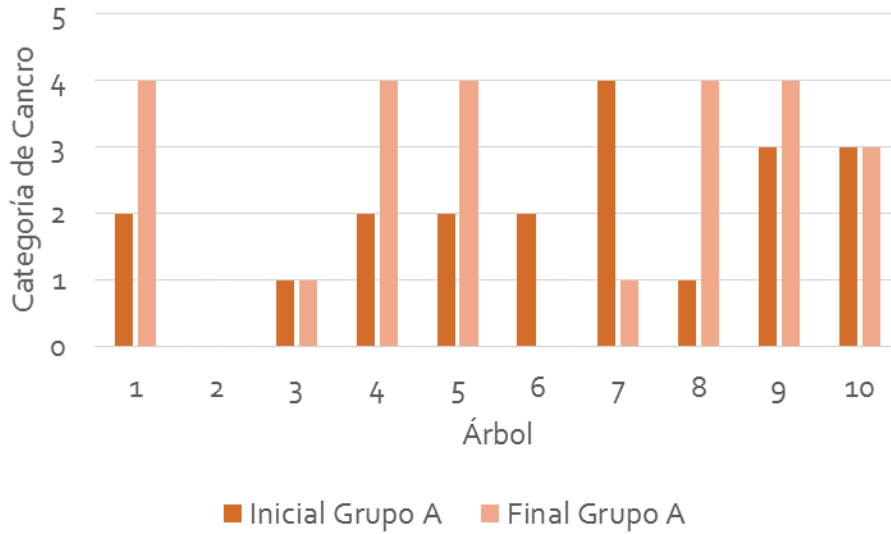
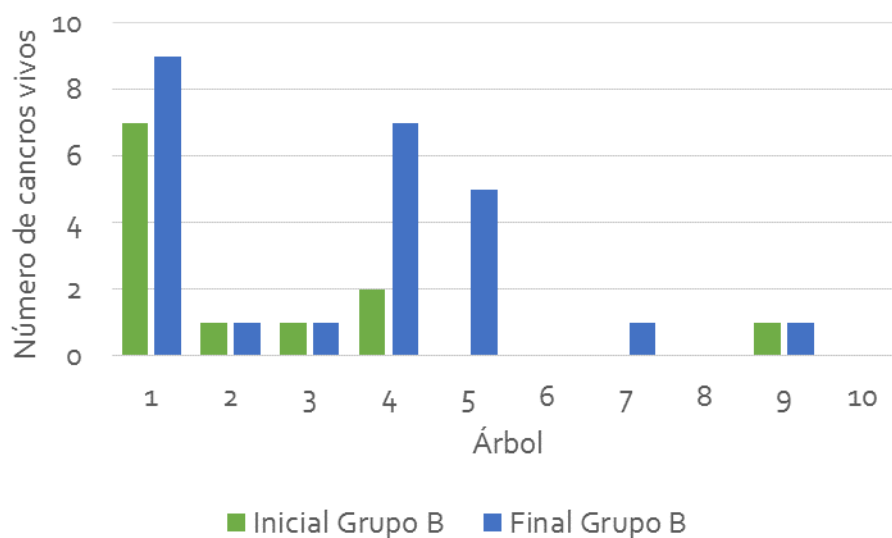
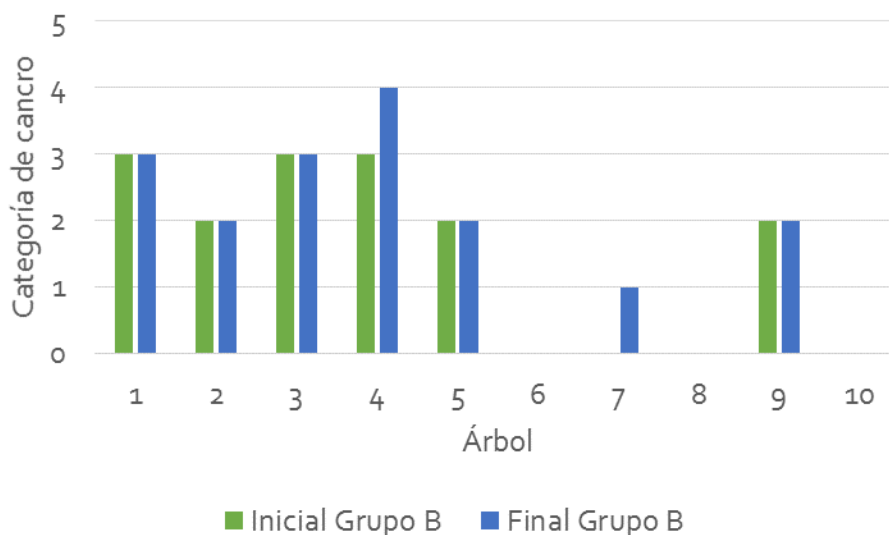


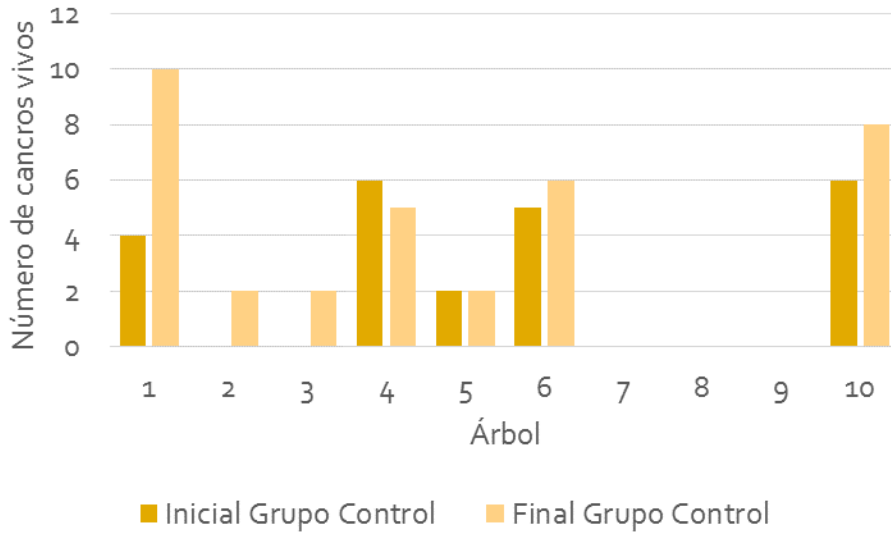
Figura 9.2.1.5. Categoría del cancro monitoreado, previo a la aplicación de tratamientos y 4 meses después de ésta en Árboles del Grupo A. Nota: el valor 0 corresponde a árboles que no tenía canchros vivos en el fuste al momento de la evaluación



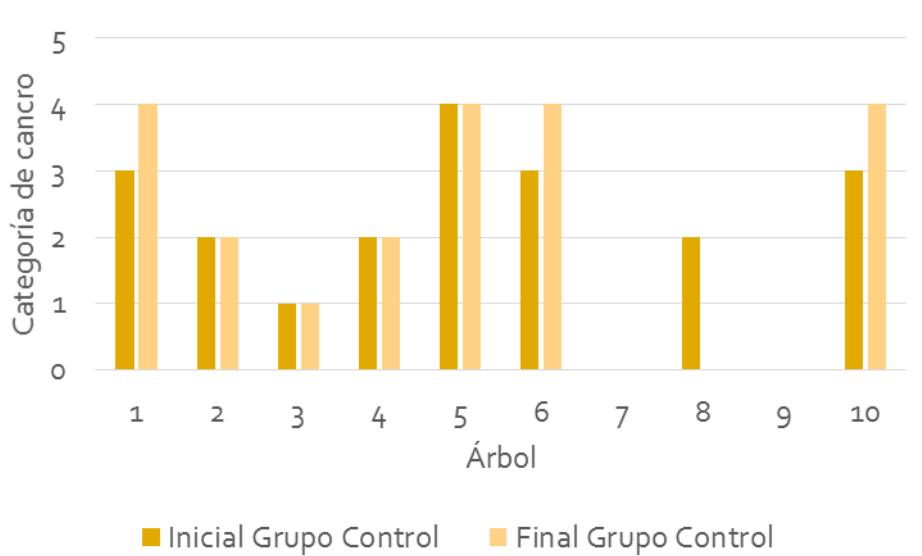
9.2.1.6. Número de canchros vivos contabilizados en el fuste de los individuos del Grupo B (Nutrientes), antes del tratamiento y 4 meses posteriores a este



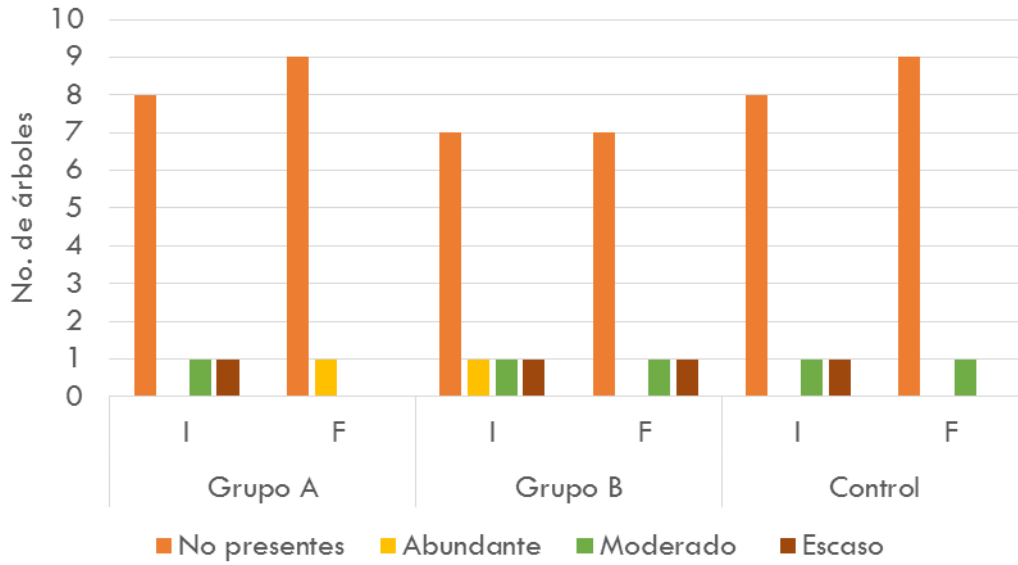
9.2.1.7. Categoría del cancro monitoreado, previo a la aplicación de tratamientos y 4 meses después de ésta en Árboles del Grupo B. Nota: el valor 0 corresponde a árboles que no tenía canchros vivos en el fuste al momento de la evaluación



9.2.1.8. Número de canchros vivos contabilizados en el fuste de los individuos del Grupo control (Sin tratamiento), antes de aplicar los tratamientos a los otros grupos y 4 meses posteriores a esto



9.2.1.9. Categoría del cancro monitoreado, previo a la aplicación de tratamientos y 4 meses después de ésta en Árboles del Grupo control. Nota: el valor 0 corresponde a árboles que no tenía canchros vivos en el fuste al momento de la evaluación



9.2.1.10. Abundancia de *Cinara fresai* en los árboles monitoreados previo a la aplicación de tratamientos y 4 meses posteriores a éste.

• 9.2.2 Fotografías

A continuación se muestran algunas de las fotografías que se tomaron como apoyo al monitoreo realizado. Se muestran sólo de individuos completos, donde se puede apreciar la vigorosidad y coloración del follaje, y solo de las evaluaciones previas al tratamiento, al mes de aplicación y a los tres meses, pues los cambios son más apreciables en esos momentos. Cabe destacar que la calidad de las imágenes se vio afectada por las condiciones del tiempo en el momento de la captura.










9.2.2.1 Grupo A (*Fungicidas e insecticidas*)

Fotografías de los árboles del Grupo A (cuadros 9.2.1.1.1 a 9.2.1.1.4), tratados con una solución conformada por acefato, dimetoato, imidacloprid, propamocarb, carbendacim, metalaxil, tiabendazol, propiconazol, hidróxido cúprico y kazugamicina.


Cuadro 9.2.2.1.1 Aspecto general de los árboles pertenecientes al grupo A (insecticidas y fungicidas) antes del tratamiento, y al primer y tercer mes posteriores a este

No. De árbol/ fotografía	Antes	1 mes	3 meses
1.286			
3.335			







Cuadro 9.2.2.1.2. Aspecto general de los árboles pertenecientes al grupo A (insecticidas y fungicidas) antes del tratamiento, y al primer y tercer mes posteriores a este (Continuación)

No. de árbol/fotografía	Antes	1 mes	3 meses
3.399			
4.165			
4.207			

Cuadro 9.2.2.1.3. Aspecto general de los árboles pertenecientes al grupo A (insecticidas y fungicidas) antes del tratamiento, y al primer y tercer mes posteriores a este (Continuación)

No. de árbol/fotografía	Antes	1 mes	3 meses
4.223			
4.232			
4.372			










Cuadro 9.2.2.1.4. Aspecto general de los árboles pertenecientes al grupo A (insecticidas y fungicidas) antes del tratamiento, y al primer y tercer mes posteriores a este (Continuación)

No. de árbol/fotografía	Antes	1 mes	3 meses
4.392			
4.405 (árbol de en medio)			










9.2.2.2 Grupo B (Nutrientes)

Fotografías de los árboles del Grupo B (cuadros 9.2.1.2.1 al 9.2.1.2.4) tratados con una solución compuesta por nutrientes: fosfito de potasio, nitrógeno y ácidos fúlvicos y húmicos.










Cuadro 9.2.2.2.1. Aspecto general de los árboles pertenecientes al grupo B (nutrientes) antes del tratamiento, y al primer y tercer mes posteriores a este

No. De árbol/fotografía	Antes	1 mes	3 meses
1.196			
1.256			
3.415			

Cuadro 9.2.2.2.2. Aspecto general de los árboles pertenecientes al grupo B (nutrientes) antes del tratamiento, y al primer y tercer mes posteriores a este (Continuación)

No. De árbol/foto grafía	Antes	1 mes	3 meses
4.164			
4.268			
4.280			

Cuadro 9.2.2.3. Aspecto general de los árboles pertenecientes al grupo B (nutrientes) antes del tratamiento, y al primer y tercer mes posteriores a este (Continuación)

No. De árbol/foto grafía	Antes	1 mes	3 meses
4.389 (árbol de en medio)			
4.406 (extremo derecho)			
5.336			










Cuadro 9.2.2.2.4. Aspecto general de los árboles pertenecientes al grupo B (nutrientes) antes del tratamiento, y al primer y tercer mes posteriores a este (Continuación)

No. De árbol/fotografía	Antes	1 mes	3 meses
6.244			




9.2.2.3 Grupo Control (Sin tratamiento)

Fotografías de los árboles del Grupo B (cuadros 9.2.1.3.1 al 9.2.1.3.4), a los cuales no se les aplicó ningún tratamiento.










Cuadro 9.2.2.3.1. Aspecto general de los árboles pertenecientes al grupo Control (sin tratamiento) antes del tratamiento, y al primer y tercer mes posteriores a este

No. De árbol/fotografía	Antes	1 mes	3 meses
1.178			
1.206			
3.398			

Cuadro 9.2.2.3.2. Aspecto general de los árboles pertenecientes al grupo control (sin tratamiento) antes del tratamiento, y al primer y tercer mes posteriores a este (Continuación)

No. De árbol/fotografía	Antes	1 mes	3 meses
4.206			
4.404 (Extremo izquierdo)			
4.229			

Cuadro 9.2.2.3.3. Aspecto general de los árboles pertenecientes al grupo control (sin tratamiento) antes del tratamiento, y al primer y tercer mes posteriores a este (Continuación)

No. De árbol/fotografía	Antes	1 mes	3 meses
4.252			
5.303			
6.241			

Cuadro 9.2.2.3.4. Aspecto general de los árboles pertenecientes al grupo control (sin tratamiento) antes del tratamiento, y al primer y tercer mes posteriores a este (Continuación)

No. De árbol/fotografía	Antes	1 mes	3 meses
1.283			

9.2.3 Análisis estadístico

En los gráficos siguientes se resumen los resultados observados contrastando cada uno de los grupos, contra cada una de las variables de respuesta.

En la figura 9.2.3.1 puede observarse que el 19.6% de los árboles del grupo A presentaron la mejor categoría de vigor, seguido por el grupo B (11.4%) y por el grupo control (4.7%), igualmente el grupo B y Control presentaron igual porcentaje (16.21%) de árboles en categoría 2 de vigorosidad, sin embargo el Grupo control también presentó el mayor porcentaje de árboles en las peores categorías: 3 (9.5%) y 4 (2.7%). Estos datos indican que se presentó un efecto positivo en la vigorosidad sobre los árboles tratados, con diferencias significativas según la prueba de ji-cuadrada ($\chi^2 = 33.9$, $p=0.0$, $\alpha=0.05$)

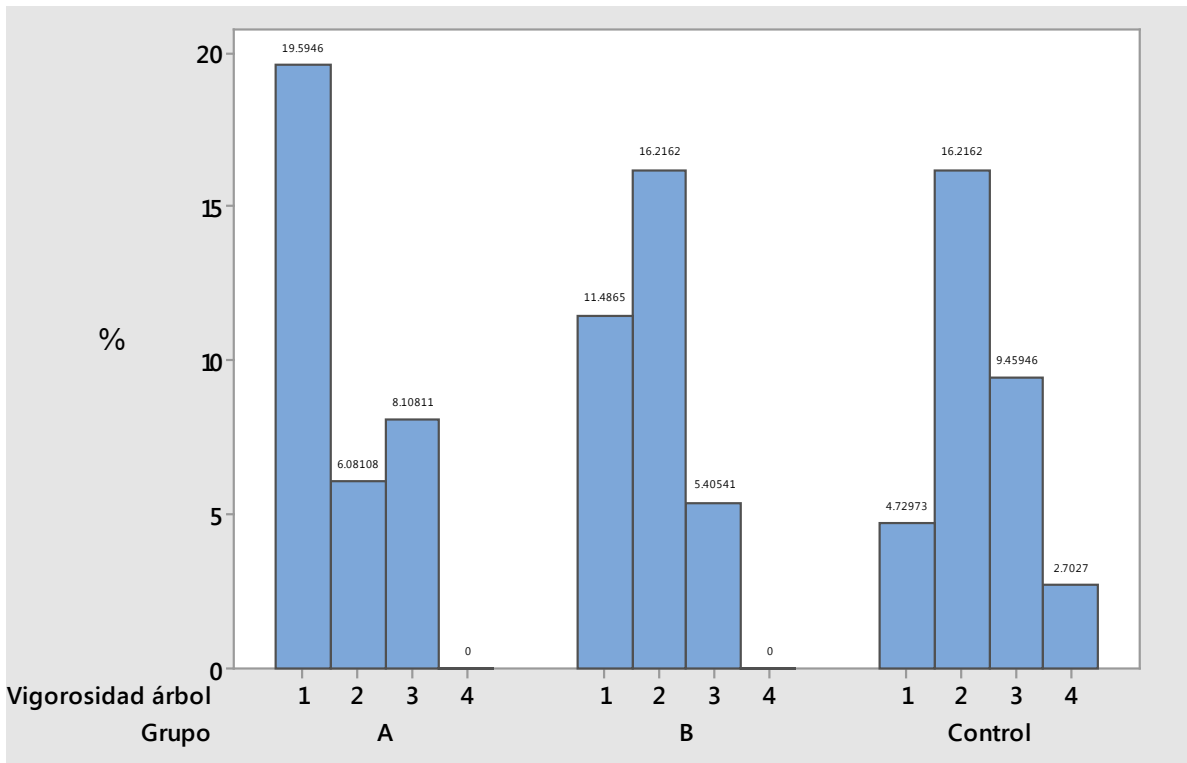


Figura 9.2.3.1. Comparación de los resultados de vigorosidad en cada uno de los grupos. Acotaciones: 1: vigoroso; 2: Declinante incipiente; 3: Declinante moderado; 4: Declinante avanzado

Por otro lado, los resultados del número de canchros que se observaron a lo largo del monitoreo (Figura 9.2.3.2) mostraron que el mayor porcentaje de árboles con pocos canchros o sin ellos, se presentó en el grupo A (26.3%), seguido del grupo B (24.3%) y del grupo Control (18.24%). Es notable también que el grupo control tuvo el mayor porcentaje de árboles con entre 5 y 6 canchros con un 9.5%, sin embargo el grupo B presentó 4.72% de los arboles con entre 7 y 10 canchros, casi 2% más arriba que los otros grupos sin embargo esto no representa un dato desconcertante debido a que al grupo control no se le aplicó ninguna sustancia que inhibiera el desarrollo de las enfermedades. La prueba de ji-cuadrada indicó que, con un $\alpha=$ de 0.05 si hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($\chi^2 = 21.971$, $p=0.001$). Cabe destacar que se realizaron categorías pues los datos recolectados no presentaban distribución normal, necesaria para la aplicación de la prueba de ji-cuadrada.

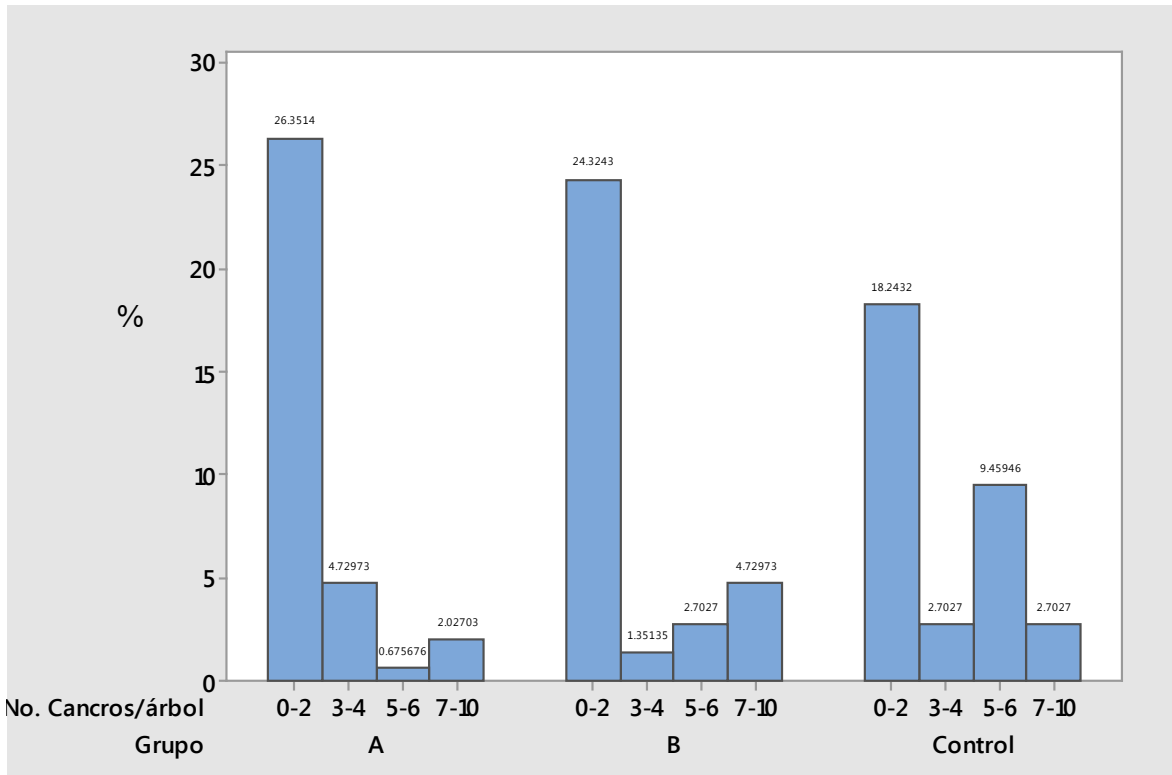


Figura 9.2.3.2. Número de canchros (agrupados por categorías) que se observaron entre los diferentes tratamientos.

En cuanto a las categorías de desarrollo de los canchros monitoreados, los datos sugieren que existió una cierta protección sobre el grupo A, esto analizando sobre todo las categorías 2 y 3

que representan el mayor desarrollo de los canchros (Figura 9.2.3.3). En los grupos B y Control puede observarse que los valores de las categorías son similares. También, en la figura puede observarse que en el Grupo A, el 11.2% de los canchros están en categoría 4, lo que significa que completaron su ciclo de vida (están secos). El comportamiento de los datos sugiere que existió una cierta protección a los árboles del Grupo A, probablemente debido a las sustancias fungicidas aplicadas. No obstante, según la prueba de ji-cuadrada, con un $\alpha=0.05$, no existen diferencias significativas sin embargo, se permite aplicar un $\alpha=0.10$ con lo que se obtendrían diferencias significativas ($\chi^2 = 15.472$, $p=0.051$).

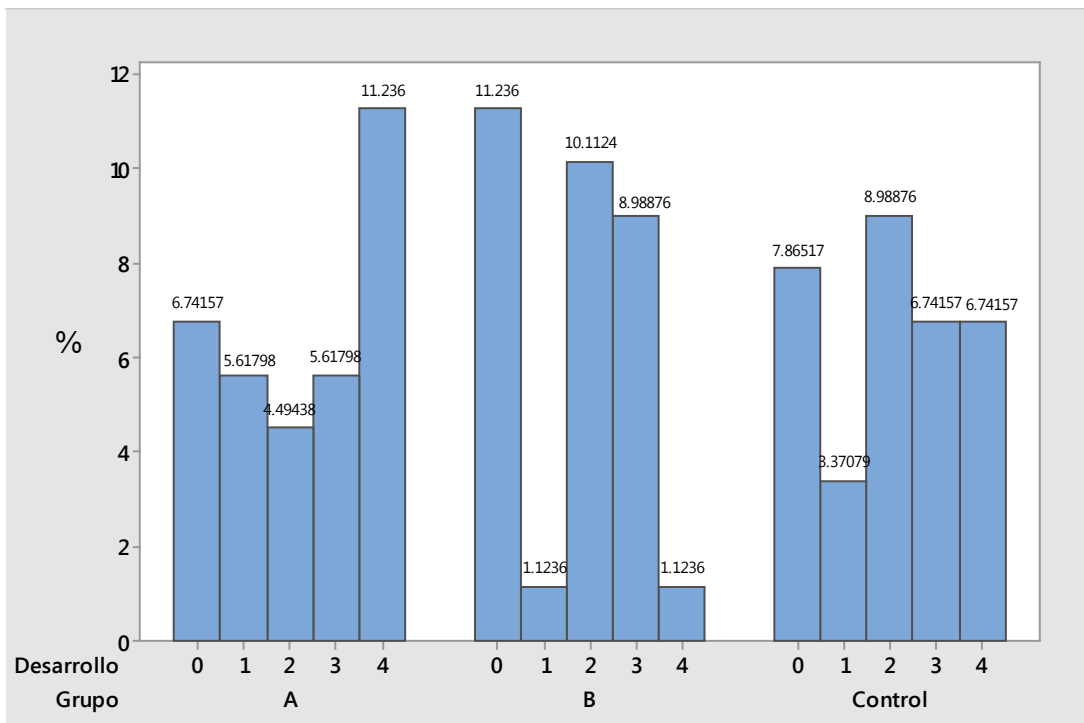


Figura 9.2.3.3. Desarrollo de los Cancros monitoreados a lo largo del estudio, por tratamiento.

Acotaciones: 0: árboles sin canchros; 1: Inicial; 2: en desarrollo; 3: desarrollado; 4: seco.

Finalmente, el monitoreo de insectos reveló que, en la mayoría de los casos, no hubo evidencia de ellos. Sin embargo, como se observa en la Figura 9.2.3.4 en la categoría de moderado todos los tratamientos tienen igual porcentaje de árboles. Igualmente en la categoría de abundante, se observa que el Grupo A presentó el mayor porcentaje (1.3%). Este comportamiento no era esperado pues en el Grupo A se aplicaron sustancias insecticidas, por lo que se esperaba una respuesta similar a la observada con los canchros. Por otro lado la prueba de ji-cuadrada revela que no existe diferencias significativas entre los grupos ($\chi^2 = 3.540$, $p=0.739$, $\alpha=0.05$).

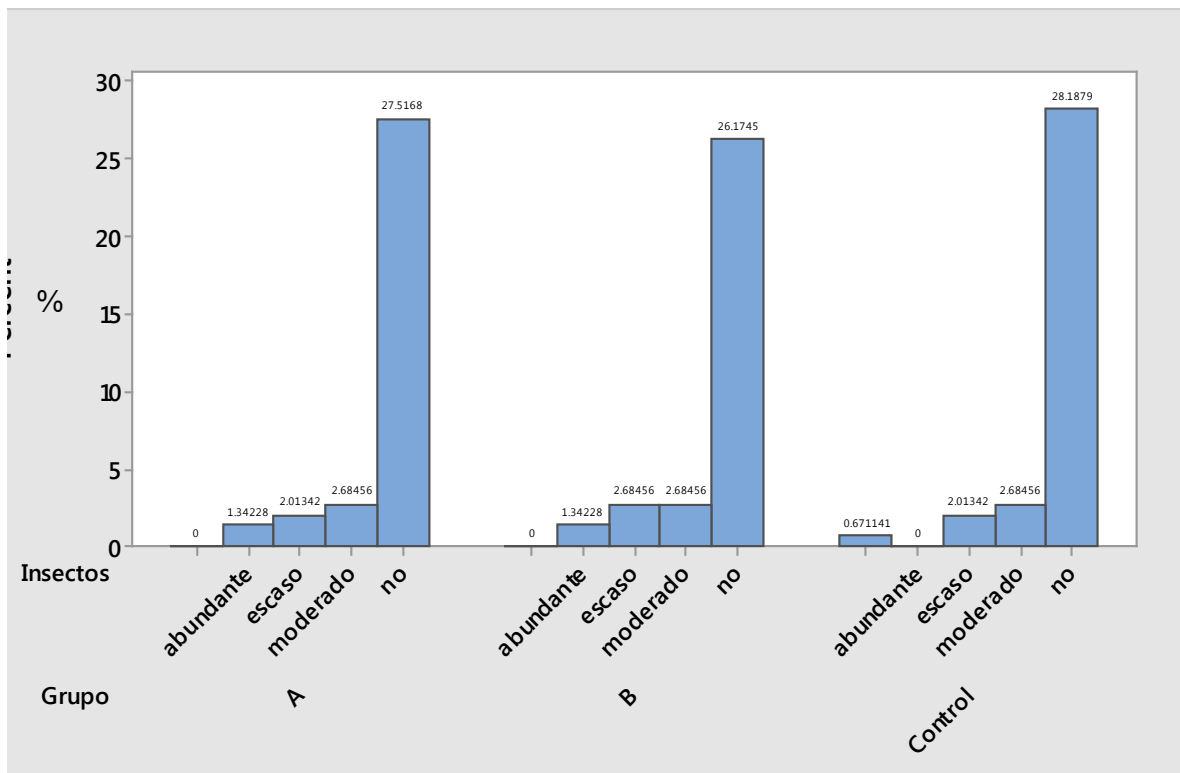


Figura 9.2.3.4. Resultados del monitoreo de insectos sobre los diferentes grupos de tratamientos.

10. Discusión

Como se ha expuesto a lo largo de este trabajo, la mayoría de los cedros blancos han sufrido un manejo inadecuado al ser colocados como cercos vivos alrededor de las jardineras, sembrándolos al mismo tiempo sin tomar en cuenta las dimensiones que tomarían al alcanzar la edad adulta; es por eso que en el momento del diagnóstico, muchas de las afectaciones detectadas fueron consecuencias del estrés ambiental, pues como indican Chaves y Fonseca (1990), para *Cupressus lusitanica* es más importante el ambiente abiótico que el biótico.

El estado físico de los individuos se vio afectado principalmente por las podas mal realizadas, así como por el escaso espacio entre individuos, situaciones que provocaron tallos deformados por la competencia (nutrientes, luz y espacio), copas deformes y subsecuentemente árboles seniles a temprana edad. Además, las podas que incluyan el despunte de árboles de tipo conífera como *C. lusitanica* deben ser evitadas por comprometer severamente su salud y estado físico, tal como dicta la NADF-001-RNAT-2012

El estado sanitario fue principalmente afectado por áfidos como *Siphonatrophia cupressi* y *Cinara fresai*, ambos organismos chupadores de la familia Aphididae, los cuales ya han sido reportados en otros trabajos como el de Pérez (2010) y Orozco (2013); y según indica Blackman (1994), ambas especies son específicas para el género *Cupressus*. Igualmente Castañeda (2014), menciona que la importancia de los áfidos radica en que requieren grandes cantidades de savia, por lo que conducen a los árboles a una muerte lenta; en éste caso se encontró evidencia de la alimentación de dichos *Siphonatrophia cupressi* sobre las hojas en forma de abundantes puntos blancos (resina seca), mientras que por otro lado se logró apreciar la presencia de *Cinara fresai* en las cavidades, heridas y cicatrices de *C. lusitanica*, alimentándose de la savia a través de su aparato bucal picador-chupador, custodiadas en todos los casos por hormigas; Macías (1987) indican que éstos organismos no provocan la muerte inmediata, sino debilitamiento crónico; además Blackman (1995), indica que *Cinara fresai* es un vector de *Seiridium cardinale*. *Aconophora* sp. fue una especie que también se encontró de manera persistente durante los últimos meses del año en algunos árboles, hallando ninfas e incluso ovoposiciones, sin embargo, ésta especie ha sido reportada por Orozco (2013) como frecuente sólo en algunos meses, y por sus características no representa un problema si los árboles afectados se encuentran en condiciones óptimas. Todos los insectos aquí mencionados son chupadores, lo que conlleva una

serie de daños directos que ocasiona la propia extracción de savia, pero también indirectos como el desarrollo de fumaginas y la transmisión de virus y bacterias (Delfino, et al., 2007).

Con base en las observaciones realizadas a lo largo de este trabajo, se infiere que las constantes heridas generadas por las podas, así como las condiciones de estrés a las que los árboles están sometidos facilitaron la colonización de organismos fitopatógenos (Delfino, et al., 2007), pues se ha reportado que el cedro resiste bien el ataque de hongos patógenos en condiciones silvestres (Valdivieso et al., 1988 en Chaves y Fonseca, 1990), así como es capaz de tolerar a los vectores sin desarrollar enfermedades. Mas aún, se encontró que el 73% del total de los cedros presentaban signos y/o síntomas de fitopatógenos, de los cuales se lograron identificar con total certeza a *Aspergillus niger* y a *Alternaria* sp. El primero de ellos ha sido reportado por Castañeda (2014) sobre ramillas moribundas de *C. lusitanica*, y pertenece a un género de hongos de gran importancia por sus características cosmopolitas, versatilidad y la producción de aflatoxinas, sin embargo es más frecuente encontrarlo como saprobio que como patógeno (Cruz, 2011), por lo que puede decirse que no es un patógeno primario. Por otro lado *Alternaria* sp., es considerado patógeno de gran importancia para la agricultura, pues afecta plantaciones y cosechas y es de fácil propagación, por lo que provoca grandes pérdidas; Pérez (2010) ya menciona a *Alternaria alternata* aislado de manchas foliares de cedros blancos, lo cual coincide con la sintomatología observada en los cedros de la FESI. Adicionalmente se lograron aislar y observar colonias con características morfológicas similares a *Fusarium* sp., sin embargo, no se logró confirmar su identidad pues no desarrollaron estructuras reproductivas. *Fusarium* sp. ha sido reportada por Guzmán-Díaz et al. (2011) y por Reséndiz et al. (2015) como un patógeno que se manifiesta en *C. lusitanica* en forma de manchas foliares y daños en la parte baja del tallo, signos observados en los árboles bajo estudio, por lo que puede suponerse que éste hongo de importancia para *C. lusitanica* se encuentra presente en la zona de estudio. Pudieron observarse también signos de enfermedades como Cancro por *Seiridium* y *Pestalotiopsis*, en forma de canchales sobre el fuste y algunas partes del follaje de los árboles trabajados. Romero y Cibrán (2006) reportan haber aislado dichos organismos patógenos de lesiones cancerosas de *C. lusitanica*, e indican que estos hongos solo se desarrollan sobre árboles que crecen bajo condiciones desfavorables y muchas veces junto a especies de *Alternaria* y *Phoma*, como la comprobada en este trabajo y en el de García (2016). Del mismo modo Giménez (1991) reporta a *Seiridium* como un patógeno de gran importancia a nivel mundial, que afecta a toda la familia Cupressaceae y que se propaga rápidamente. En los cultivos realizados, se observaron cepas aisladas con morfología similar a la

descrita por los autores anteriormente mencionados, sin embargo, no hubo desarrollo de conidios por lo que no se confirmó su identidad taxonómica.

En la mayoría de los árboles evaluados con fines de monitoreo de tratamientos, se logró identificar a más de un agente causal de debilitamiento además de que la mayoría tenía afectaciones causadas por la convivencia con el humano, así como limitantes de crecimiento causadas por asfalto, banquetas, bardas. Estas situaciones hacen evidente que la salud de cada árbol debe manejarse de forma independiente, siendo la endoterapia vegetal solo una de las acciones que deben considerarse al tratar un individuo (Valdéz-Lizárraga et al., 2011) para poder recuperar completamente su condición fitosanitaria. En los árboles tratados en este trabajo, se pudo observar respuesta favorable en cuanto al mejoramiento del vigor, producción de follaje nuevo y denso por parte de los grupos A y B contra el grupo control, lo cual también fue observado por Valdéz-Lizárraga et al. (2011) quienes mencionan se pudo observar rebrote de follaje tras un tiempo breve después de la aplicación de un fungicida mediante endoterapia vegetal.

Con respecto al control de las plagas y enfermedades encontradas, se encontró que los tratamientos aplicados A y B, ejercieron una cierta acción protectora en los árboles contra patógenos con respecto al grupo control, si bien no se observó que se inhibiera por completo la aparición de nuevos canchales o que se incentivara la muerte de los canchales existentes en todos los casos, lo cual puede deberse a las ya mencionadas condiciones particulares que enfrenta cada árbol (Valdez-Lisarraga et al., 2011). La acción protectora era de esperarse pues dentro del grupo A se aplicaron sustancias fungicidas como Tiabendazol, el cual tiene actividad documentada para muchas especies de *Fusarium*; Propiconazol, que actúa de modo generalizado contra Ascomycetos, Phylum de todos los organismos determinados y sospechados; e Hidróxido Cúprico, sustancia con actividad contra una amplia variedad de micromicetos, incluyendo a *Alternaria* spp. (De Liñán, 2003). De igual manera, Alatorre (1976) encontró que fungicidas aplicados al fuste ejercen un control sobre el desarrollo de microorganismos fúngicos patógenos.

Por otro lado, los insectos que se utilizaron para el monitoreo de este trabajo (*Cinara fresai*) no parecieron verse afectados por ninguno de los tratamientos, y se observaron fluctuaciones en las poblaciones en todos los grupos, pero probablemente debido a factores ambientales, como observó Orozco (2013), quien menciona que en las épocas frías bajan los números de dicho áfido, mientras que en el verano, la reproducción partenogénica genera un número elevado de

individuos. Existe evidencia de la resistencia que han generado los insectos ante los agroquímicos, y sobre todo la familia Aphididae, la que al combinar los dos tipos de reproducción se vuelve más resistente a los insecticidas (Retana y Herrera, 1992); sin embargo, el tiempo de exposición no parece ser el suficiente para que se desarrolle resistencia. Otra causa probable de la falta de eficacia de los tratamientos, puede estar relacionado con la respuesta protectora natural de los árboles y la ubicación de las colonias de insectos: *Cinara fresai* es un áfido que tiende a encontrarse sobre todo en el tronco (Durak, 2012), además de formar sus colonias gregarias en las grietas y cavidades del mismo (Macías, 1987), las cuales deben estar compartimentadas según la CODIT, que señala que cuando un árbol es herido las células sufren cambios para formar "paredes" alrededor de la herida, ralentizar o prevenir la propagación de la enfermedad y el deterioro con el resto del árbol (Shigo, 1985), por lo que esa parte del árbol no es tocada por los fluidos internos del árbol y por lo tanto las sustancias aplicadas no llegarían a los insectos. Franco (2001), reportó que la respuesta de *Cupressus lusitanica* ante la inyección de sustancias al fuste es variable en relación al método aplicado.

Cabe mencionar que uno de los árboles del grupo B atacado con un brote de muérdago, mostró una respuesta interesante, pues a los 15 días de aplicar el tratamiento, se observaron cambios en la forma de crecimiento del muérdago, mostrando signos similares a quemaduras en las hojas, los cuales fueron desapareciendo con el paso del tiempo. Sin embargo no forman parte de los objetivos de este trabajo el seguimiento de la respuesta del muérdago, por lo que sólo se refiere como una observación.

11. Conclusiones

- Se encontraron 192 árboles de *Cupressus lusitanica*, de los que el 54% sufre podas inadecuadas.
- La mayoría de los árboles se desarrollan bajo condiciones de estrés, lo que favorece el desarrollo de patologías y la invasión de insectos plaga.
- Las plagas más importantes encontradas por su frecuencia fueron: *Siphonatrophia cupressi* y Cicadelidos en follaje, así como *Cinara fresai* en fuste, hallándose en 51% de los individuos.
- El 73% de los árboles tienen canchros fungosos, confirmando la presencia de *Alternaria* sp., *Aspergillus niger*, y sin confirmar a *Fusarium* sp., *Seiridium* sp. y *Pestalotiopsis* sp.
- Los tratamientos mostraron diferencias significativas en las variables de vigorosidad, desarrollo y número de canchros, notándose que existe una cierta protección sobre los árboles que fueron tratados.
- Los árboles del grupo A presentaron una mayor tendencia al aumento del vigor, disminución del número de canchros y categoría de desarrollo de los mismos.
- No se observó efecto insecticida por parte de ninguno de los tratamientos, probablemente debido a la compartimentación de las heridas de los árboles (CODIT).
- Para restaurar la salud de *Cupressus lusitanica* es necesario también efectuar manejo adecuado: podas técnicas de limpieza de partes muertas y enfermas, evitar podas topiarias, derribo de individuos muertos y seniles. A futuro una planeación que incluya dejar a cada árbol el espacio necesario para su desarrollo y un programa de respeto a los árboles para la comunidad de la FESI.

12. Referencias

- Agrios, N. G. 1996. Fitopatología. Segunda edición. Noriega Editores. P.p. 837
- Alatorre, R. R. 1976. Causas del debilitamiento y muerte del ciprés. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (Méx.). Boletín técnico No. 49. 38 p.p.
- Arriola, P.V., Camacho, A., Reséndiz, M. F., Gijón, H.A. 2014. Manual sobre alternativas para el manejo de descortezadores y muérdago enano en Áreas Naturales Protegidas en el Eje Neovolcánico Transversal. Manual Técnico No. 13 CENID-COMEF, INIFAP. México, D. F. P.p 44.
- Bartlett, T. 2004. Family Miridae-Plat bugs. Iowa State University: Department of Entomology. En: <http://bugguide.net/node/view/94>. Activo: 27/03/2016.
- Benavides, M. H. M., Ortega R. B., Medina B. M. de la P. y de la Garza, L. P. 1994. Notas del Curso de Dasonomía Urbana. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. sp.
- Benavides, M. H., M., Segura, B., C. 1996. Situación del arbolado de alineación de la Ciudad de México: Delegaciones Iztacalco e Iztapalapa, Distrito Federal. En: Revista Ciencia Forestal en México. 21(79): 122-164.
- Benavides-Meza, H. M., M.O. Gasca, G., S.F. López, L. 2011. *Determinación y evaluación de especies para la reforestación de la 2° sección del Bosque de Chapultepec: Catálogo de especies arbóreas y arbustivas para la reforestación de la 2° sección del bosque de Chapultepec.* INIFAP. P. 2-5 Consultado en: http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/catalogo_especies.pdf. Activo: 24/08/2014.
- Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana. 2009. Cedro (*Cupressus lusitanica*). Consultado en: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Cedro&id=7340>. Activo: 15/ene/2015
- Blackman, R. L. and Eastop, V., F. 1994. Aphids on the world's trees: an identification and information guide. Editorial CAB International and The Natural History Museum London. P. 987
- Boa, E. 2008. *Guía ilustrada sobre el estado y salud de los árboles. Reconocimiento e interpretación de síntomas y daños.* San Salvador, El Salvador: FAO.P.p.49
- Brechelt, A. 2004. El manejo ecológico de Plagas y Enfermedades. Fundación Agricultura y Medio Ambiente. República Dominicana. P.p. 7.
- Castañeda, G., C., N. 2014. Estado fitosanitario del arbolado del centro deportivo y de recreación familiar "18 de marzo" de la delegación Gustavo A. Madero, D.F. Tesis de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Tlalnepantla Edo de Mexico. P.p 160

- Chaves E., W. Fonseca. 1990. *Ciprés (Cupressus lusitanica): especie de árbol de uso múltiple en América Central*. Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. P. 7-10
- Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST). 2004. Catálogo de Plaguicidas. SAGARPA, SEMARNAT, Secretaría de Salud, Secretaría de Economía.
- Cibrián, T. D. 2014. *Guía para el monitoreo de plagas forestales a nivel comunitario, adecuada al contexto de la sierra Rarámuri*. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), Proyecto de Reducción de Emisiones por la Deforestación y la Degradación de Bosques de México (Alianza México-REDD+), México, Distrito Federal. P.p 44.
- Cibrián-Tovar, D., Alvarado, D. y García S. 2007. Enfermedades forestales en México/Forest diseases in Mexico. Missouri Botanical Garden Press, University of Michigan. P.p.587
- Cibrián T. D., M. T. Méndez; B. R. Campos; H. O. Yates III y L. J. Flores. 1995. Insectos Forestales de México. Publicación No. 6. Primera Edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, estado de México. P. 266-363
- CONABIO. 2012. Aves comunes de la Ciudad de México: guía de campo. Consultado en: http://www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/cienciaCiudadana/pdf/guia_aves_comunes.pdf. Activo: 30/10/2014.
- Cruz, F. A. 2011. Efecto de los Aceites esenciales de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) y tomillo (*Thymus vulgaris* L.) sobre el desarrollo de *Aspergillus niger* y producción de aflatoxinas en maíz. Tesis de Ingeniería. Facultad de Estudios superiores Cuautitlán, UNAM. Cuautitlán Izcalli, Edo. de México. P.p 112
- Dávila, A. P. 2016. 4° Informe de Actividades: FES Iztacala 2012-2016. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. Tlalnepantla, Edo. de México. P.p. 82
- De Liñán y V. C. 2003. Farmacología Vegetal. 3° Ed. Ediciones Agrotecnica S.S.L. España. P.p 1270.
- Diario Oficial de la Federación. 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que determina la Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. México, D.F. Con fecha de publicación: 30 de diciembre de 2010.
- Durak, R. 2012. *Cinara fresai* (BLANCHARD, 1939) (Hemíptera: Aphidoidea) an aphid species new to Poland. En: Wiad. Entomol. 31 (2):73-77.
- Espinosa, G. 2010. *Diagnostico fitosanitario del arbolado de la FES-Iztacala*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM. Tlalnepantla, Estado de México. 165 pp.
- Espinosa-Flores N., Arriola-Padilla, V., Guerra-De la Cruz, V., Cibrán-Llenderal, V. 2011. Bioensayo sobre la efectividad de insecticidas sistémicos para el control de plagas en conos y semillas de *Pseudotsuga menziesii*, en Ixtacamaxtitlan, Puebla. Memorias del XVI

- Farjon, A. 2005. *A monograph of Cupressaceae and Sciadopitys*. Royal Botanic Gardens, Kew. P.p. 645
- Fernández, C. J., F. Gallego, J. 1997. Control de la cochinilla de la encina (*Asterolecanium ilicicola*, Targioni, 1882), mediante la inyección de insecticidas al tronco del árbol. En: Bol. San. Veg. Plagas. Vol 23. P.p 607-612.
- Flores, A. I., A. J. Romero, C. 2001. *Diagnóstico fitosanitario del arbolado en pie de 8 especies de angiospermas en el vivero de Coyoacán*. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. Tlalnepantla. Estado de México. 167pp.
- Franco, I. M. 2001. Bioensayo sobre la efectividad de dos insecticidas sistémicos en el descortezador *Phloeosinus tacubayae* Hoopkins. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Texcoco, México. P.p. 47
- García, T. E. 2016. Factores físicos que favorecen el establecimiento de plagas y enfermedades en *Cupressus lusitanica* y *Cupressus bentharii* en Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Tesis de Licenciatura. FESI-UNAM. Los Reyes Iztacala, Estado de México. P.p 96
- Giménez, V.I. 1991. Notas sobre el cáncer del ciprés (*Seiridium cardinale*) (Wag.) Sutt. et (Gibs.). Bol. San. Veg. Plagas. 17:423-439.
- Godoy, C. 2015. Familia Cicadelliade. Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica. En: <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto104.html>. Activo: 22/03/2015.
- Guzmán-Díaz L., A.L. Muñoz-Viveros, Reséndiz-Martínez J.F., Olvera, Coronel L.P. 2011. *Condición fitosanitaria del arbolado del parque Tezozómoc Azcapotzalco, D.F* Memoria del XVI simposio Nacional de Parasitología forestal. Cuernavaca, Morelos. P. 205-213
- Gymnosperm Database. 2013. *Cupressus lusitanica*. Consultado en: http://www.conifers.org/cu/Cupressus_lusitanica.php Activo: 9/enero/2014.
- Hall, R., Davies, G.1968. Mountain pine beetle epidemic at Joseph Creek Basin. Modoc National Forest. Reporte de oficina del Departamento de Agricultura de San Francisco California, EU. P.p 20-21
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2014. Mapa Digital de México V6. INEGI. Consultado en: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/>. Activo: 30/Oct/2014.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Tlalnepantla de Baz, México, clave geoestadística 15104. Consultado en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/15/15104.pdf> Activo: 30/Oct/2014
- Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el Trabajo (INSHT). Fichas de Agentes biológicos: *Alternaria* spp. Consultado en: <http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Alter%20spp.pdf> Activo: 10/03/2016.

- Iowa State University: Department of Entomology. 2015. Species *Banasa calva*. En: <http://bugguide.net/node/view/163319>. Activo:20/03/2015.
- Kass, C.L 1998. Fertilidad de suelos. Ed UNED. San José, C. R. P.p. 272.
- Llerena, A. 2011.Importancia de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas. Tercer Congreso Latinoamericano de Agroecología. Consultado en: http://www.rap-al.org/articulos_files/METABOLITOS_Llerena3.pdf activo: 9/enero/2015.
- Macías, S.G.E. 1987. Plagas de los árboles de las áreas urbanas de la Ciudad de México, Tesis Profesional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. México, P.p 171.
- Mariño-Munguía, L. 2011. Control mediante inyecciones sistémicas del Cancro ocasionado por *Diplodia pinea* en poblaciones adultas de *Pinus radiata* en San Gil, San Juan del Río, Querétaro. Memorias del XVI Simposio de Patología Forestal. P. 220.
- Melo, L. L. 2006. Análisis y caracterización de ácidos fúlvicos y su interacción con algunos metales pesados. Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Pachuca de Soto, Hidalgo. P.p. 102.
- Moya, R., Salas G., Zúñiga, L., L. 2010. Ciprés: *Cupressus lusitanica* Mill. Cupresaceae. Ficha técnica 4. En: Tecnología de madera de plantaciones forestales: Fichas técnicas. R. Moya R., [et al]. (en línea). Revista Forestal Mesoamericana Kurú 7(18-19):76-90. (Editorial Corporación Garro y Moya. Disponible en www.tec.ac.cr/revistaforestal. Activo: 4/nov/2014
- Paiero, S.M., Marshall, S.A., McPherson, J.E., y M.-S. Ma. 2013. Stink bugs (Pentatomidae) and parent bugs (Acanthosomatidae) of Ontario and adjacent areas: A key to species and a review of the fauna. En: Canadian Journal of Arthropod Identification. P. 169.
- Pérez, S. M. 2010. Diagnóstico fitosanitario del arbolado del Parque Bicentenario Siervo de la Nación, Ecatepec, Edo. De Méx. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Tlalnepantla, Edo. de México. P.p. 118.
- Raper, K.B. y Fenell, D.I. 1965. The genus *Aspergillus*. Ed. Williams and Wilkins. P.p. 686
- Retana, J., H. Herrera. 1992. La agrometeorología en la producción agropecuaria. En: García, G., J., Fuentes, G., G., Monge-Nájera, J., (Eds.), Opciones al uso unilateral de plaguicidas en Costa Rica: Pasado, presente, futuro (Volumen II). p.p. 169. Costa Rica. Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Rivas, D. 1996. Inyecciones sistémicas en los árboles. Universidad Autónoma de Chapingo. P.p 15.
- Rivera, C. 2007. Conceptos introductorios a la Fitopatología. EUNED. Costa Rica. P.p 7
- Roberts, R.G. 2000. RAPD fragment pattern analysis and morphological segregation of small-spored *Alternaria* species and species groups. Mycological Research 104: 151-160.
- Rodríguez S. L. M., E.J. Cohen F. 2003. *Guía de árboles y arbustos de la zona metropolitana de la Ciudad de México*. REMUCEAC. P. 177

- Romero, A. y Cibrián, D. 2006. *Cancros del Cedro Blanco (Cupressus lusitanica Mill.) por Seiridium unicorne (Cooke & Ellis) Sutton y Pestalotiopsis funerea (Desm.) Steyaert*. Universidad Autónoma Chapingo. p.2
- Rzedowski y Rzedowski. 2005. Flora fanerógama del Valle de México. 2° ed. Instituto Nacional de Ecología y CONABIO. Michoacán. P.p. 52
- Sánchez, S., J. y Torres, E., L. 2006. Manual para la identificación de los principales problemas fitosanitarios de los bosques del Estado de Coahuila. INIFAP. P.p.43
- Sandoval, L. F. Tapia. 2000. *Estudio Dasonómico y Dendrológico de las especies leñosas del Campus Iztacala-UNAM para la eficiente gestión de las áreas verdes*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- SEDEMA. 2010. Condiciones de salud del arbolado de la 2ª sección del bosque de Chapultepec. Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal. En: http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/salud_arbolado.pdf. Activo: 24/08/2014
- SEDEMA. 2013. Áreas verdes, vida para todos. En: http://www.sedema.df.gob.mx/areasverdesvidaparatodos/areas_verdes.html#.VywMOPnhDIU. Activo: 13/01/2015.
- Shigo, A. 1985. Compartimentación de la podredumbre en los árboles. En: Investigación y Ciencia. 105: 112-116.
- Slater, J. A. y Baranowski, R., M. 1978. How to know the true Bugs. Brown company Publishers. P.p 255.
- Terry, A. 2013. *Boisea trivittata*: Animal Diversity Web. Disponible: http://animaldiversity.org/accounts/Boisea_trivittata/. Activo: 20/06/2016.
- Triplehorn. C., A. & Johnson, N., F. 2005. Borror and Delong's introduction to the study of insects. 7° edición. Thomson Brooks/Cole USA. P.p 864.
- Tropicos.org. MissouriBotanical Garden. 2015. *Cupressus lusitanica* Mill. Consultado en: <http://www.tropicos.org/Name/40018366>. Activo: 15/ene/2015
- Trujillo, N. E. 2013. Guía de reforestación. 3° edición. Editorial DAYBER Medios. Bogotá, Colombia. P.p. 101.
- Vargas, T.B., Lindo, G. E. 2008. Descripción de síntomas de enfermedades en especies nativas forestales. Universidad Nacional del Centro del Perú. Consultado en: <http://documents.mx/documents/descripcion-de-sintomas-de-enfermedades-en-especies-nativa-forestalespdf.html> Activo: 14/03/2016.
- Vázquez-Yanes, C. A., Batis, M.M., Alcocer, S. M., Gual, D., Sánchez, D. (1999). Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/ Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

13. Anexos

13.1 Criterios empleados para la realización del Diagnóstico Fitosanitario (Benavides, 1996)

Etapa de desarrollo del arbolado	Tipo	Descripción
	Brinzal	Árbol con incipiente consistencia leñosa, con un diámetro menor a 5 cm al nivel de la primera rama y altura menor de 1.5 m.
	Joven	Planta con una altura mayor de 1.5 m, diámetro al nivel de la primera rama mayor de 5 cm, pero menor a 10 cm.
	Maduro	Planta que representa un diámetro normal mayor de 10 cm, con una altura superior a 2 m. Presenta la producción de flores y frutos.
	Senil	Árbol de características dendrométricas similares a la anterior categoría, sin embargo, muestra rasgos de declinación, que se manifiestan en una pérdida del follaje superior al 50% o en porciones muertas del tronco.
	Muerto	Se manifiesta por la ausencia de follaje o de apariencia seca, además de grandes porciones de tronco en estado de descomposición. En esta categoría se registra cualquier etapa de desarrollo del árbol que presente las condiciones descritas.

Estado sanitario de la copa (ESC)	Categoría	Descripción
	Bueno	Follaje de color uniforme y sin muestras de ataque de alguna plaga, enfermedad o clorosis.
	Regular	Follaje con muestras incipientes de algún ataque de plagas, enfermedades o clorosis hasta en un 25%.
	Malo	Follaje con muestras evidentes de ataques de alguna plaga, enfermedad o clorosis en más de un 25% y hasta un 50%, o presencia de manchas café rojizas.
	Pésimo	Follaje con muestras evidentes de ataques de alguna plaga, enfermedad o clorosis en más de un 50%, o presencia de manchas café o rojiza.

Estado sanitario del tronco (EST)	Categoría	Descripción
	Bueno	Tronco con apariencia normal, solido y sin evidencias de ataque de alguna plaga o enfermedad.
	Regular	Tronco con rasgos incipientes del ataque de alguna plaga o enfermedad.
	Malo	Tronco con evidente ataque de alguna plaga o enfermedad y presencia incipiente de partes podridas o muertas.
	Pésimo	Tronco con un notorio ataque de plagas o enfermedades y presencia notoria de partes podridas o muertas.

Estado físico de la copa (EFC)	Categoría	Descripción
	Bueno	Follaje denso y de color homogéneo, sin partes ausentes y copa balanceada.
	Regular	Follaje ausente hasta en un 25% de la copa y/o moderado balance de la copa.
	Malo	Falta de follaje hasta en un 50% de la copa y/o moderado balance de la copa.
	Pésimo	Falta de follaje en más del 50% de la copa y ausencia de balance de la copa.

Estado físico del tronco (EFT)	Categoría	Descripción
	Bueno	Tronco con apariencia normal, fuerte, solido y sin daño mecánico aparente.
	Regular	Tronco con daños mecánicos leves en la parte inferior o con presencia de cavidades incipientes
	Malo	Tronco con marcados daños mecánicos en la parte inferior y media, o presencia moderada de cavidades.
	Pésimo	Tronco con severos daños mecánicos en la parte inferior y media, así como presencia de grandes huecos.

13.2. Descripción de organismos causales de plagas y enfermedades encontrados sobre *Cupressus lusitanica* de la FESI

- *Aconophora* sp.
Taxonomía
Orden: Hemiptera
Familia: Membracidae
Género: Aconophora



Se alimentan en el envés de las hojas, tallos y ramas terminales causando senescencia prematura en las hojas. Adultos miden 6-7 mm de longitud, color café grisáceo, con pronoto proyectado en un cuerno cónico hacia delante. Ninfas color negro o café, con rayas blancas y espinas longitudinales. Huevecillos puestos en grandes cantidades sobre los peciolo, nervaduras centrales y mayores, en el envés de las hojas de sus hospederos, a los que cubren con una secreción algodonosa-serosa; pasan por 5 estadios ninfales. Adultos posados en fila india a lo largo de las venas centrales o en colonias compuestas por grupos de adultos y ninfas de todas las edades (Orozco, 2013).

- *Banasa calva* (Say, 1832)
Taxonomía
Orden: Hemiptera
Familia: Pentatomide
Género: Banasa



Longitud de 8.8 a 12 mm, predominantemente de color marrón, aunque puede variar, pronoto en dos tonos, con manchas oscuras en el costado del abdomen. Es similar en general a *B. dimidiata*., con coloración más pálida, margen de abdomen con puntos negros visibles; pinchazos ventral del abdomen un poco menos, lado de la juga convergentes anteriormente. Segundo segmento antenal alrededor de $\frac{3}{4}$ de lo largo del tercer segmento (alrededor de $\frac{1}{2}$ en relación a *B. dimidiata*). Sus hospederos conocidos incluyen plantas herbáceas y árboles deciduos. Comúnmente no es encontrada en números grandes (Paiero, et al., 2013; Britton (1923), en Iowa State University).

- *Boisea* sp.

Taxonomía

Orden: Hemiptera

Familia: Rhopalidae

Género: *Boisea*

Comúnmente llamadas chinches del Arce, son nativas del Suroccidente de los Estados Unidos. Se trata de insectos relativamente planos y alargados de aproximadamente 12.7 mm de longitud. Color negro o marrón oscuro con rojo, marcas de forma lineal en los laterales y centro del pronoto, ojos y el primer segmento de las patas son de color rojo. Sus huevos son de color rojo al igual que las ninfas. Las puestas ocurren por lo general a comienzos de mayo, en sitios como grietas de la corteza y hojas de los árboles. Durante la primavera y verano, reside en los Arces y Fresnos, pero a fines de otoño buscan refugios para la hibernación, preferentemente en superficies calentadas por la luz solar. Residen en grandes grupos, gregarios. Se alimenta de hojas, flores, ramas y semillas de árboles de Arce y fresno preferentemente. Las ninfas se alimentan de los jugos de las semillas de los árboles hospederos. Se reporta que pueden cometer canibalismo y alimentarse de restos de frutas y semillas que existan en el suelo (Terry, 2013).



Figura 13.2.1. *Boisea* sp. adulto (derecha).y ninfa (izquierda)



Figura 13.2.2. Diferentes estadios ninfales de *Boisea* sp.

- Cicadellidae

Taxonomía

Orden: Hemiptera

Familia: Cicadellidae

Llamados comúnmente cigarritas o saltahojas son frecuentemente de forma alargada y miden de 3-15 mm de longitud. Los adultos y ninfas, poseen las antenas cortas con una cerda larga y patas con tarsos de 3 segmentos. Esta familia difiere de las otras familias cercanas por poseer las tibias de las patas posteriores largas con una o más hileras de espinas dispuestas longitudinalmente. A pesar de que muchas especies de importancia agrícola han sido ya descritas, la mayoría de las silvestres todavía no tienen nombres. Existen más de 50 subfamilias en el mundo. Las chicharritas se alimentan exclusivamente de savia de las hojas y tallos de muchas especies de plantas, utilizando su aparato bucal chupador. Son generadores de mielecilla. Desafortunadamente se conoce poco de la relación de la mayoría de las especies con las plantas hospederas, pero algunas son bien conocidas por su especificidad. Algunos cicadélidos son muy conocidos por su capacidad de transmitir virus y bacterias que son causantes de enfermedades de las plantas. Ponen sus huevos bajo la superficie del tejido de las plantas. Los cicadélidos se desarrollan rápidamente y pueden tener hasta 6 generaciones o más en un año. Las ninfas se alimentan de las mismas plantas y en la misma manera que los adultos. Estas pasan por 5 estadios ninfales para convertirse posteriormente en adultos que pueden vivir de unas semanas a algunos meses (Godoy, 2015).



- *Cinara fresai* (Blanchard, 1939)

Taxonomía

Orden: Hemiptera

Familia: Aphididae

Género: *Cinara*

Descripción. Ápteros y alados, pardo-anaranjados a café amarillento, el dorso es punteado con un griscerca pálido haciendo un patrón de bandas cruzadas de 1.8 a 3.9 mm, alimentándose de las ramitas más pequeñas del follaje, generalmente causando la muerte regresiva de la rama. Es un vector de *Seridium cardinale* (Sutton y Gibbson, 1972). Ovíparos y machos alados en Octubre en Europa, pero anholocíclicos prevalentemente en regiones con inviernos leves.



Figura 13.2.3. *Cinara fresai* adulto (izquierda) y ninfa (derecha)



Figura 13.2.4. Último segmento de la antena (40x) característica diacrítica de *Cinara fresai*

- *Siphonatrophia cupressi* (Swain, 1918)

Taxonomía

Orden: Hemiptera

Familia: Aphididae

Género: Siphonatrophia



Figura 13.3.3. *Siphonatrophia cupressi*. Montaje facilitado por la M. en C. Ana Lilia Muñoz Viveros.

Descripción. Ápteros verde pálido (colores similares a los de las hojas de su hospedero)

cuerpo fuertemente abovedado dorsalmente y aplanado ventralmente, las antenas con 5 segmentos, mide de 1 a 1.7 mm. Los alados

tienen el ala anterior media ramificada 1 ó 2 veces. Esta especie se ha especializado en alimentarse de Cupressaceas (*Juniperus*, *Cupressus*, *Widdringtonia*) en el oeste de Estados Unidos, México y América Central. Monoico holocíclico, ovíparo y machos alados y ápteros de Octubre a Noviembre. (Blackman, 1994).

- Miridae

Taxonomía

Orden: Hemiptera

Familia: Miridae



Es la familia más grande de los heteróptera, con alrededor de 10,000 especies y 1300 generos descritos alrededor del mundo. Los adultos miden entre 1.5 a 15 mm. La única característica común de los Miridos es la Seta especial (trichobothria) en el fémur medio y trasero. Otras características comunes son: ocelos pequeños o ausentes, presencia de un cuneus, 2 células cerradas en la membrana del ala anterior, antena en su mayor parte larga y delgada, patas delgadas y delicadas (Bartlett, 2004).

- *Aspergillus niger*

Taxonomía

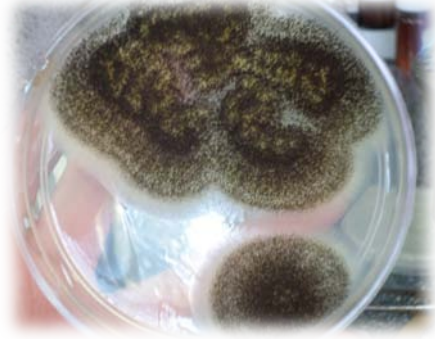
Filum: Ascomycota

Clase: Eurotiomycetes

Orden: Eurotiales

Familia: Trichocomaceae

Género: *Aspergillus*



Posee cabezuelas conidiales de color negro grisáceo, negro-café, negro púrpura o negro carbón, son globosas, radiadas o divididas formando columnas de cadenas de conidios irregulares o bien definidos. Los conidióforos son de color hialino a café, típicamente lisos o en pocas especies ligeramente granulares de paredes robustas o quebradizas. Vesículas globosas hialinas o de color café claro a oscuro. Los conidios son globosos o subglobosos, elípticos o achatados, generalmente espinosos. Esclerocios globosos o subglobosos de coloración crema cuando son jóvenes, tornándose rosada, gris o café (Raper, 1965).

- *Alternaria* sp.

Taxonomía

Filum: Ascomycota

Clase: Dothideomycetes

Orden: Pleosporales

Familia: Peosporaceae

Género: *Alternaria*



Se trata de un hongo muy común en frutos y semillas en postcosecha, sin embargo, también puede ser un patógeno muy importante que genera manchas foliares color café perfectamente delimitadas o lesiones hundidas en el tronco. Produce cadenas de 10 o más conidios muy ramificados a partir de conidióforos cortos. La ramificación de los conidios surge de conidióforos secundarios desde células conidiales basales o apicales. Hifas septadas. Conidios son obclavada,

obpiriforme, algunas ovoide o elipsoidal, después con un corto a cónico cilindro, marrón claro, pared aplanado o verrugoso (Roberts, 2000; Vargas y Lindo, 2008).

Macrosópicamente presentan un aspecto veloso, al principio de color gris, después adquieren tonos negros oliváceos en el centro y reverso y con un borde gris blanquecino que rodea la colonia (INSHT, 2014).

- *Seiridium cardinale*

Taxonomía

Filum: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Orden: Xylariales

Familia: Amphisphaeriaceae

Género: *Seiridium*

Este hongo origina el cáncer del ciprés, enfermedad que debido a su gravedad y a la facilidad de expansión del patógeno ha destruido una gran cantidad de árboles tanto en viveros como en plantaciones forestales. Parecen resultar sensibles a si invasión especies del género *Cupressus* y muchos otros miembros de la familia Cupresaceae (Giménez, 1991).

Las ramas infectadas presentan inicialmente alrededor del punto de infección una mancha indefinida castaño-rojiza y posteriormente oscurecimientos y necrosis corticales, con producción de resina. El hongo presenta gran capacidad de reproducción originando sobre el mismo huésped alto número de centros de infección secundaria. Se desarrolla sobre la corteza y máximo sobre los arcos leñosos externos, diferenciando al avanzar abundantísimas fructificaciones acervulares que liberan masas conídicas negruzcas. A veces sobre las ramas infectadas se observa al patógeno distribuido en zonas deprimidas, fisuras o canchales alargados en el sentido longitudinal de la rama (Giménez, 1991).

Los acérvulos son inicialmente subepidérmicos y están dispersos en el área cortical infectada, luego emergen y se abren al madurar mostrándose como pequeñas pústulas de contorno circular desigual, oblongo o lenticular, de dimensiones variables. Los conidios son fusoidales, con 5 septos

transversos determinando 4 células intermedias castaño-oliváceo y con 2 extremos hialinos. Las dimensiones medias de conidios encontradas por Sutton y Gibson (1972, en Giménez, 1991) son: 21-30 x 8.5-9 μm , presentan además una célula apical acampanada o cónica que termina en un pequeño apéndice o mucro de 1 μm de longitud y en una célula basal truncada con un repliegue marginal, que usualmente lleva un apéndice celular endógeno muy pequeño (1 μm) insertado centralmente (Sutton, 1975, en Giménez, 1991).

- *Pestalotipsis* sp.

Taxonomía

Filum: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Orden: Xylariales

Familia: Amphisphaeriaceae

Género: *Pestalotipsis*



En las hojas de los árboles se observan lesiones necróticas en forma de mancha, las nervaduras se reconocen dentro de ésta de un color más oscuro que el de la lámina foliar. Las manchas aparecen en la parte media de la hoja aunque pueden estar en los márgenes. Reducción de la capacidad fotosintética y caída prematura de las hojas. En la ciudad de México se ha observado que ataca comúnmente árboles estresados por factores abióticos como bardas o pavimentos que impiden su crecimiento. Éste hongo es común en cedros afectados por el estrés, en los cuales se asocia con la muerte de ramillas, y entonces funciona como cancro. Las estructuras reproductoras son acérvulos epidérmicos de color negro, de 377 micrómetros de diámetro en promedio. En su interior se encuentran los conidios los cuales salen de conidióforos cortos y uniformes de cinco células, oblongos a clavados de 9.7 x 25.9 micrómetros: las tres células centrales son de color café y las dos terminales son hialinas, en uno de los extremos del conidio se observan tres septas divergentes de color claro; la forma de los conidios es típica y permite reconocer con facilidad al hongo. Los conidios se dispersan con el viento o el agua de riego o lluvia; para penetrar a un nuevo hospedero requieren heridas previas y para desarrollarse la planta debe estar débil, por lo que se considera una afección secundaria. El hongo crece en hojas, brotes o ramillas y requiere de pocas semanas para formar las nuevas estructuras de reproducción (Cibrián, *et al.*, 2007).

