



Universidad Nacional Autónoma de México

---

---

Facultad de Estudios Superiores Iztacala

**Factores físicos que favorecen el establecimiento de  
plagas y enfermedades en *Cupressus lusitanica* y  
*Cupressus benthamii* en la Facultad de Estudios  
Superiores Iztacala.**

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA  
P R E S E N T A  
García Torres Eduardo Sebastián

Director de Tesis M. en C. Ezequiel Carlos Rojas Zenteno



LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MÉXICO ENERO 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

A mis padres a quienes admiro, amo y respeto. Gracias por su comprensión, apoyo y confianza, sin ustedes no hubiera llegado hasta aquí.

Al M. en C. Ezequiel Carlos Rojas Zenteno por creer en mí, apoyarme y siempre darme la confianza desde que ingresé al laboratorio.

A los sinodales que revisaron esta tesis: Dra. en C. Silvia Romero Rangel, M. en C. Ana Lilia Muñoz Viveros, M. en C. Liliana Elizabeth Rubio Licona y Biol. Marcial García Pineda.

Al Dr. en C. Manuel Mandujano Piña por apoyarme y orientarme durante mi tesis, estoy muy agradecido con usted.

Al biólogo Francisco Reséndiz Martínez por su desinteresada participación y apoyo en este trabajo.

Al M. en C. Daniel Muñoz Iniestra y M. en C. Mayra Mónica Hernández Moreno por su colaboración y apoyo en las pruebas edafológicas de este trabajo.

A mis amigos Ángel, Jacqueline y Víctor con los que tuve la fortuna de trabajar a pesar de todos los altibajos que vivimos a lo largo de la carrera.

A Alexa por todo el cariño y por acompañarme a lo largo del proceso que realicé para finalizar este trabajo.

A mis amigos biólogos Ángel, Guillermo, Julio y Norberto por apoyarme y ayudarme en gran parte a realizar mi tesis.

A todos los que se vieron involucrados en todo este proceso. Este trabajo es gracias a ustedes.

“No importa lo difícil que la vida parezca, siempre hay algo  
que se puede hacer y tener éxito en ello”

Stephen Hawking

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>10</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
INFLUENCIA DE FACTORES ABIÓTICOS EN EL ESTABLECIMIENTO DE PLAGAS.....	<b>13</b>
FACTORES FÍSICOS.....	13
<b>Climáticos <i>in situ</i>.....</b>	<b>13</b>
1.- Viento .....	13
2.- Temperatura .....	13
3.- Humedad .....	14
FACTORES BIÓTICOS .....	15
1. Plagas .....	15
2.- Enfermedades .....	15
CIPRÉS BLANCO.....	15
Descripción de las especies de estudio .....	16

<b>ANTECEDENTES</b> .....	18
Suelo.....	<b>19</b>
Diagnósticos fitosanitarios .....	20
Ciprés blanco.....	22
<b>OBJETIVOS</b> .....	23
Objetivo general.....	<b>23</b>
Objetivos particulares .....	23
<b>ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	24
Hipótesis .....	25
<b>METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO</b> .....	27
Clima.....	30
Suelo.....	30
2.- Diagnóstico fitosanitario.....	31
3.- Plagas.....	38
4.- Relación de factores abióticos con el estado de los árboles de estudio	38
5.- Recomendaciones.....	41
<b>RESULTADOS</b> .....	42
Caracterización de los 4 sitios: .....	<b>42</b>

Clima.....	42
Suelo.....	44
Sitio 1.....	44
Sitio 2.....	45
Sitio 3.....	45
Sitio 4.....	46
<b>Diagnóstico físico y sanitario de <i>C. lusitanica</i> Y <i>C. benthamii</i>.....</b>	<b>47</b>
Sitio 1.....	47
Sitio 2.....	50
Sitio 3.....	54
Sitio 4.....	57
Intervalos dasonométricos.....	61
Plagas.....	63
<b>Relación de factores físicos con las variables de las especies (Método Kruskal-Wallis).....</b>	<b>69</b>
Altura.....	69
Cobertura.....	69
Fuste.....	70

DAP .....	71
EFC.....	71
ESC .....	72
EFT.....	72
EST.....	73
<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>73</b>
<b>Clima.....</b>	<b>73</b>
Temperatura .....	73
Humedad del aire .....	74
Velocidad del viento.....	74
<b>Suelo.....</b>	<b>75</b>
Sitio 1.....	75
Sitios 2, 3 y 4 .....	76
<b>Diagnóstico físico y sanitario .....</b>	<b>77</b>
Sitio 1.....	77
Sitio 2.....	77
Sitio 3.....	78
Sitio 4.....	79

Plagas.....	81
<b>Relación de factores abióticos con el estado físico y sanitario de los árboles (Método Kruskal-Wallis).....</b>	<b>82</b>
Altura .....	82
Cobertura.....	82
Fuste.....	82
DAP .....	83
EFC.....	83
ESC .....	83
EFT .....	83
EST.....	84
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>85</b>
Sitio 1.....	85
Sitio 2.....	86
Sitio 3.....	86
Sitio 4.....	86
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>86</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>89</b>



## RESUMEN

Las prácticas deficientes de manejo y mantenimiento del arbolado con frecuencia provocan condiciones desfavorables que facilitan el establecimiento de plagas y enfermedades, convirtiendo a muchos árboles en un riesgo para las personas que conviven con estos individuos. Este proyecto se realizó en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, en la cual *Cupressus lusitanica* y *Cupressus benthamii* son especies de importancia por el número de individuos que habitan en dicho recinto. Se eligieron cuatro sitios donde habitaran estas especies en mayor número, buscando que dichos lugares estuvieran distribuidos en distintas partes de la Facultad, en las cuales se midieron algunos parámetros climáticos y edáficos. Se realizó un diagnóstico fitosanitario de los 72 individuos de estudio y se identificaron las plagas encontradas en los mismos. Se relacionaron los factores abióticos con el estado fitosanitario de los árboles y por último se realizaron recomendaciones de manejo y mantenimiento. La temperatura fue templada en todos los sitios (aproximadamente 22°C) la cual es apropiada para estas especies, a excepción de enero y marzo donde en el sitio 4 la temperatura llegó a los 27°C. La humedad en el aire fue baja en enero-marzo con 25% y alta en junio-julio con 57% de humedad, lo cual es tolerable para *Cupressus lusitanica* y *C.benthamii*. En los 4 sitios presentaron suelos franco arenosos-arcillosos. En el diagnóstico fitosanitario todos los individuos mostraron daño mecánico o sanitario, siendo los individuos del sitio 3 (ubicado detrás del edificio de gobierno) los que presentaron mayor afectación en la copa debido a patógenos y el sitio 4 (ubicado a un costado del gimnasio) fue el que mayor daño mecánico presentó en su copa. Los cuatro sitios exhibieron la presencia del patógeno *Phoma* spp. afectando a ambas especies. El áfido *Cinara fresai* atacó solo

aquellos individuos que presentaron cavidades sin importar la especie. Con el tratamiento estadístico se logró identificar que el estado general de los árboles fue significativamente diferente en los sitios 4 y 3 respecto a los otros sitios. En los cuatro sitios se recomienda realizar podas de limpieza y balanceo de copa, aplicar fertilizantes, controlar el riego de los sitios y aplicar tratamiento en todos los sitios para combatir el hongo *Phoma*.

## INTRODUCCIÓN

En las ciudades los espacios verdes y fundamentalmente el arbolado, constituyen muchas veces el único contacto de la población con la naturaleza y los únicos hábitats disponibles para la fauna (Rivas, 2013).

La planificación de espacios verdes en ciudades, está directamente relacionada con el microclima urbano así como con aspectos psicológicos y ambientales de gran importancia para los ciudadanos, como es el ambiente urbano y la calidad de vida que pueden llegar a tener. Por ello, la planificación verde puede favorecer altamente en ámbitos de carácter higiénico y ambiental, un mejor equilibrio suelo-clima-vegetación, un alto grado de confort climático, salud y bienestar (Gómez, 2005).

Estudios recientes en el campo de la salud han demostrado, por ejemplo, que el estar en la naturaleza reduce los marcadores biológicos de estrés, alivia los síntomas de la depresión y aumenta el número de glóbulos blancos. Caminar en un bosque reduce la frecuencia cardíaca y los niveles de cortisol. Aunque estos estudios avalan los beneficios de salud que otorga la naturaleza en general a las

personas, pocas investigaciones se han centrado específicamente en los beneficios que los árboles aportan (Park, 2006).

Entre las funciones más reconocidas del arbolado urbano, además de la producción de oxígeno, están las de brindar sombra y refrescar el aire circundante, regular la humedad ambiental, disminuir ruidos, atenuar los vientos, retener partículas sólidas (hollín y polvo) y gérmenes ambientales, embellecer las vías de tránsito y las viviendas, retener el agua de lluvia, moderar la erosión de suelos y escurrimientos, favorecer la salud mental y física, entre otras. Por lo que es indispensable contar con áreas verdes arboladas en las ciudades para obtener dichas funciones (Robinette, 1972).

Una de las especies empleadas con mayor frecuencia en el arbolado urbanas de México es el cedro blanco (*Cupressus lusitanica* y *Cupressus benthamii*) debido a su rápido crecimiento inicial, diversidad de usos y capacidad de adaptación a diversos ambientes (Romero, 2006).

Sin embargo, en las grandes ciudades es difícil que el desarrollo del arbolado sea el adecuado para proveer los servicios ya mencionados, debido a muchas razones que llegan a interrumpir el desarrollo saludable de un árbol, como pueden ser, factores bióticos y abióticos. En cualquier momento, más de un factor contribuye a afectar la salud de un árbol. El estrés y los factores externos indudablemente desempeñan un papel notable para determinar la salud o condición de los árboles, tales como suelo y drenaje pobres, eventos climáticos adversos tales como sequías y heladas, son tomadas como causas primarias de los síntomas y daños observados en los árboles. Estos daños dejan al árbol debilitado y susceptible al ataque de plagas y enfermedades (Boa, 2008).

## MARCO TEÓRICO

### INFLUENCIA DE FACTORES ABIÓTICOS EN EL ESTABLECIMIENTO DE PLAGAS.

En algunas plantas como *Brassica napus*, las lluvias están asociadas positivamente con el peso de la misma, en cambio, la humedad relativa y la temperatura se asociaron negativamente con el peso de la planta, indicando que los factores climáticos adecuados (dependiendo de la especie), contribuyen a un desarrollo óptimo de las plantas (Nansen *et al.*, 2012).

### FACTORES FÍSICOS

#### **Climáticos *in situ***

##### 1.- Viento

Dentro de los diversos factores ambientales del clima como la precipitación y la temperatura, el viento también juega un papel importante, y si un árbol se encuentra debilitado y se presentan fuertes vientos, los arboles pueden caerse, representando un riesgo para las personas, obras públicas, monumentos, vialidades, etc. Por esta misma razón, los árboles son derribados en muchas ocasiones como método de prevención, sin embargo, no en todos los casos es necesario un derribo, pero debido a la falta de personal capacitado para un dictamen adecuado, el árbol termina siendo derribado (SMA, 2000).

##### 2.- Temperatura

Las especies exhiben distintos daños por heladas a la misma temperatura y en el mismo estadio fenológico, dependiendo de las condiciones meteorológicas

previas. Durante los periodos fríos, las plantas tienden a endurecerse contra el daño por congelación, y pierden el endurecimiento después de un período de calentamiento. El endurecimiento está relacionado con el aumento del contenido de solutos en el tejido de las plantas durante los periodos fríos. Durante los periodos cálidos, las plantas exhiben crecimiento, el cual reduce la concentración de solutos, haciendo las plantas menos resistentes. El daño por heladas ocurre cuando se forma hielo dentro del tejido de las plantas, dañando sus células. Puede ocurrir en las plantas anuales (cultivos para ensilado o forrajes de gramíneas y leguminosas; cereales; cultivos para aceite o de raíces; hortalizas; y cultivos ornamentales) multianuales y perennes (árboles frutales caducifolios y de hoja perenne). Los daños por heladas tienen un efecto drástico para la planta entera o pueden afectar únicamente a una pequeña parte del tejido de la planta, lo cual reduce su rendimiento (Snyder, 2010). El *Cupressus lusitanica* está registrado que puede resistir a nevadas ocasionales o a periodos cortos de heladas, también puede resistir temporadas de sequía no mayores a 2-3 meses (Orwa *et al.*, 2009).

### 3.- Humedad

*C. lusitanica* se encuentra en climas que son de temporal o permanentemente húmedos con precipitaciones anuales de 1000-1500 mm, sin embargo no puede soportar anegamiento (Orwa *et al.*, 2009). También es una especie que se ve afectada a menudo por las sequías prolongadas, por lo que es muy importante tener en consideración la humedad del suelo en el que se encuentre esta especie (Duque *et al.*, 2004).

### Suelo

La compactación del suelo ocasiona serias perturbaciones al sistema radicular, que se manifiestan con el debilitamiento del árbol y después su muerte,

debido a que la falta de aireación en el sistema radicular disminuye fuertemente la capacidad del árbol para realizar su función de nutrición (López, 1998). Es muy común que el suelo de las ciudades se encuentre compactado debido principalmente, al tránsito de personas, ocasionando que el árbol no se encuentre bien anclado al suelo y es muy probable que este termine por desplomarse (O'Brien *et al.*, 1992).

## FACTORES BIÓTICOS

### 1. Plagas

Cuando *Cupressus lusitanica* se encuentra debilitado y tiene ramillas moribundas, en estas se han encontrado dos hongos patógenos (*Seiridium unicorne* y *Pestalotiopsis funérea*) con métodos de inoculación. Los síntomas provocados por estos hongos mostraron un comportamiento similar y corresponden a un cancro (Romero y Cibrián, 2006).

### 2.- Enfermedades

Con respecto a las enfermedades que pueden afectar al cedro blanco, los árboles sometidos a estrés presentan manchas foliares producidas por *Pestalotiopsis funerea* y otros síntomas causados por los hongos *Phoma* spp., *theobromae*, *Fusicoccum* spp., *Seiridium unicorne* y *Gymnosporangium nelsonii*, cuyos hospederos son los individuos ubicados en camellones, banquetas y/o parques (Cibrián *et al.*, 2007).

## CIPRÉS BLANCO

En la clasificación botánica de los cipreses, los botánicos están en desacuerdo en cuanto a la uniformidad y exactitud de los nombres de las especies del género *Cupressus*. Entre ellas se encuentran las especies de este estudio (*C.*

*lusitanica* y *C. benthamii*). Los nombres comunes que se le han dado a estas especies y que a su vez son parte de la confusión son: ciprés, ciprés o cedro blanco (Chaves, 1990).

Características y usos de ambas especies.- Es una especie de rápido crecimiento, tolerante a bajas temperaturas y de exposición soleada que desarrolla en suelos delgados, ácidos y húmedos. Su madera es de buena calidad y se emplea en construcciones y para la fabricación de papel. Se ha cultivado en parques y jardines, es útil como cortina rompevientos y para el control de la erosión (Martínez, 1989).

Distribución.- Se extiende desde Chihuahua hasta Guatemala en laderas y barrancas húmedas. En el Valle de México habita entre los 2,350 y 3,000 m de altitud, en bosques de pino, encino y oyamel. Su distribución actual sin duda tiene una influencia antropogénica pues ha sido ampliamente utilizado en programas de reforestación rural y urbana, en gran parte debido a su amplia tolerancia y adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales (Calderón, 2001).

Aunque es claro que existe una confusión para distinguir a las especies del género *Cupressus*, en este estudio se tomarán los criterios propuestos por Rzedowski que describen a continuación para diferenciar una especie de otra.

### Descripción de las especies de estudio

***Cupressus lusitanica*** Mill. (*C. lindleyi* Klotzsch) 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, últimas ramillas tetrágonas, no dísticas, casi siempre bifurcadas y encorvadas, 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; inflorescencias masculinas situadas en la parte terminal de las ramillas, son ovales, de 3 a 4 mm de largo, amarillentas, formadas por 14 a 16 escamas ovadas, de 2 mm de ancho; inflorescencias femeninas solitarias 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 hasta de 1 mm de ancho (Rzedowski, 2001).

***Cupressus benthamii*** Endl. Árbol de 12 a 20 m de altura, tronco de 40 a 60 cm de diámetro, corteza de 5 mm de espesor, ramas ascendentes, formando una copa simétrica y cónica, sobre todo en árboles jóvenes, últimas ramillas dísticas y simétricas, rectas, bifurcadas, tetrágonas, de 10 a 15 o 20 mm de largo por 1 mm de ancho; hojas de las últimas ramillas ovadas, imbricadas, de ápice agudo o acuminado, hialino y a veces mucronulado, borde hialino, base redondeada, algo convexas, miden 1 a 1.5 mm de largo por 1.5 mm de ancho; inflorescencias masculinas terminales, ovales o tetrágonas, de 2 a 4 mm de largo, de color anaranjado o amarillento, con 16 escamas ovadas u orbiculares; conos solitarios o por pares en las axilas de las ramillas, globosos, de color rojizo oscuro, de 10 a 15 mm de diámetro, con las escamas vagamente cuadrangulares, rugosas, de umbo muy saliente, en pedúnculos de 6 a 10 mm de largo; semillas largamente elípticas, truncas en la base, plano-convexas, de 3 a 4 mm de largo por 1 a 2 mm de ancho, de color castaño oscuro, con el ala de 1 mm de largo (Rzedowski, 2001).

Ramillas no dísticas, largas, gruesas, de 1.5 a 2 mm de diámetro.....*C. lusitanica*

Ramillas dísticas, cortas, delgadas, de 1 a 1.5 mm de diámetro.....*C. benthamii*

## ANTECEDENTES

Hasta el momento no se han realizado estudios sobre la influencia de factores abióticos en la incidencia de plagas y enfermedades en árboles;

### Relación de factores abióticos con incidencia de plagas y enfermedades

Coscollá (1980) dice que la influencia del clima sobre la enfermedad de una planta es una consecuencia de su acción sobre la planta, sobre el agente de la enfermedad y sobre la relación entre la planta y la enfermedad. En el caso de las enfermedades los factores climáticos fundamentales son la temperatura, humedad y precipitaciones que actúan conjuntamente. La temperatura es un factor limitante, pues hay un umbral por debajo del cual no se desarrollan algunos patógenos. Las precipitaciones suelen actuar como factor determinante ya que desencadenan el proceso de desarrollo de los mismos, por lo que claramente hay una estrecha relación entre la meteorología y la sanidad de los cultivos, así mismo, hay que tener en cuenta que los procesos biológicos considerados son muy complejos debido al gran número de factores que intervienen, que hacen que cada caso tenga sus particularidades específicas. También recalca que es necesario profundizar en el conocimiento sobre las principales plagas y enfermedades de las plantas y aunado a ello obtener con mayor precisión la información meteorológica de las zonas trabajadas.

En un estudio sobre insectos filófagos en el Parque Naucalli, Naucalpan Estado de México realizado por Ortiz (2013), encontraron 8 especies de insectos filófagos en *Cupressus lindleyi* (una especie comúnmente confundida con *C. lusitanica* o *C. benthamii*), donde *Empoasca* sp. mostró un ascenso de organismos en noviembre del 2008. *Cinara fresai* estuvo presente en casi todos los meses del año y durante julio, registró un incremento de individuos de dicha especie, el cual

fue asociado a la temperatura, cuya máxima temperatura en ese mes fue de 27°C. El áfido *Cinara cupressi* tuvo su mayor pico poblacional en septiembre, cuyo crecimiento se vinculó a que en temporada de lluvia, además la actividad de depredadores disminuyó permitiendo su presencia.

## Suelo

De acuerdo con un estudio sobre el retorno de nutrientes al suelo realizado por Ramírez y colaboradores (2007), encontraron que el ciprés, en cuanto a retorno potencial, está por debajo de pino pátula, los efectos que se pueden desprender del proceso de descomposición en las plantaciones de coníferas sobre las propiedades químicas del suelo mineral, especialmente en los primeros centímetros, cuando se establece la comparación con el ecosistema. Además, la relación C/N encontró su máximo en la parcela de ciprés, seguida de pino pátula, por lo que la descomposición de la hojarasca foliar de estas especies tiene mayor dificultad y supondrá una liberación más lenta de los elementos contenidos en ella. Desde el punto de vista de la bioquímica del suelo, los cambios que se susciten del reemplazo de bosques naturales por plantaciones de coníferas como las que se realizaron en este estudio, dado que supondrán una circulación limitada de bioelementos en el suelo, y con ello una afectación de la vida microbiana, en buena parte indicadora de la calidad del suelo. Esto se puede relacionar directamente con las áreas verdes en las ciudades ya que regularmente son áreas creadas y muchas veces contienen material de construcción por lo que el retorno de nutrientes al suelo no siempre es bueno.

En las áreas urbanas de la Ciudad de México las plagas que se reportan para el cedro blanco son los escarabajos descortezadores *Phloeosinus baumanii* y *P. tacubayae* que principalmente atacan a los individuos viejos y declinantes. En época de sequía se observan serias infestaciones de ácaros *Allonychus littoralis* y

*Eurytetranychus mexicanus*, que producen lesiones en el follaje y ocasionan deterioro a su valor estético. Asimismo es afectado por insectos chupadores *Clastoptera* sp., *Lecanium* sp. y *Lepidosaphes beckii*, así como por los pulgones *Cinara tujafilina* y *C.cupressi*, que se alimentan de la savia de las ramas e inducen el debilitamiento crónico del árbol (Cibrián, 1995).

Gallegos (2005) menciona como primeras medidas en el manejo de plagas y enfermedades que se debe tener en cuenta la elección de la especie, características del sitio, con sus componentes de clima y suelo. Según se elija un lugar favorable o no, el crecimiento de la planta será activo o retardado y al mismo tiempo, se producirán condiciones adversas o apropiadas para el daño de patógenos.

### Diagnósticos fitosanitarios

Benavides y Villalón (1992), realizaron un análisis de la situación del arbolado de alineación de la Delegación Venustiano Carranza, muestrearon 3800 árboles y arbustos distribuidos en 68 especies, dentro de ellas se encontró la especie *Cupressus lindleyi* la cual, ellos identifican como Cedro blanco, con 95 individuos registrados. Dichos individuos fueron podados adecuadamente por los vecinos de la Delegación y no por el personal designado a dichos árboles.

Anaya (1992), realizó un diagnóstico de las áreas verdes en las Delegaciones Álvaro Obregón y Magdalena Contreras, registró un total de 34 y 21 especies, respectivamente. En ambas delegaciones *Cupressus lindleyi* estuvo presente.

Benavides y Segura (1996), evaluaron la situación del arbolado de alineación de las delegaciones Iztacalco e Iztapalapa del Distrito Federal.

Evaluaron la condición sanitaria y física del fuste y la copa, así como la poda y el daño que presentó cada árbol y arbusto. En ambas delegaciones *C. lindleyi* fue de las especies más frecuentes con 13.44% y 9.47% respectivamente.

Flores y Romero (2001), realizaron un diagnóstico fitosanitario en el vivero de Coyoacán del arbolado en pie de ocho especies de angiospermas, reportan 14 géneros de micromicetos que causan manchas y clorosis en follaje, así como agallas, canchros y pudriciones en tallo. Respecto a la entomofauna registraron 15 géneros de insectos plaga.

Gudiño *et al.* (2005) realizaron un monitoreo de *Glycaspis brimblecombei* en la zona metropolitana de la Ciudad de México, donde observaron que los impactos más fuertes se presentan en el oriente de la Zona Metropolitana (Bosque de Aragón y Alameda Oriente).

Sandoval y Tapia (2000) realizaron un estudio dasonómico y dendrológico de las especies leñosas de la FESI Iztacala; registraron 3635 árboles distribuidos en 72 especies; respecto al estado fitosanitario concluyen que casi el 100% de las leñosas se encontraban afectadas por alguna plaga o enfermedad. Como resultado del trabajo de tesis de Sandoval, (2000) se inventariaron 3,635 individuos de plantas leñosas. El conjunto de estos se encuentra representado por 72 especies (árboles y arbustos), agrupados en 54 género y 39 familias. En este inventario se encontraron 500 individuos maduros del género *Cupressus*, de los cuales 367 pertenecen a *C. lusitanica* 90 individuos de *C.benthamii*. También se encontró que *C. lusitanica* es una de las especies mejor adaptadas a las condiciones de la FESI, presentando un 75.5% de individuos sanos del total de su población, por otro lado en la población del *C. sempervirens* presentó un 50.9% de individuos sanos.

## Ciprés blanco

Calderón (2001) menciona la necesidad de un estudio profundo para aclarar la relación entre *C. lusitanica* y *C. benthamii*. Por otra parte, varios autores consideran a *Cupressus benthamii* como una variedad de *C. lusitanica*; sin embargo, existen diferencias notorias tanto en el porte del árbol como en la ramificación, las hojas y el cono (Zamudio, 1994).

### Justificación

Este proyecto se realizó en la FESI que es una de las áreas verdes más importantes de la zona urbana del municipio de Tlalnepantla y zonas aledañas, es por esto que es necesario mantener su arbolado en condiciones favorables, ya que usualmente las medidas de mantenimiento en las áreas verdes son deficientes y con frecuencia provocan condiciones ambientales desfavorables que pueden facilitar el establecimiento de plagas y enfermedades, mismas que pueden acortar la vida del arbolado, generando, muchas veces, árboles con riesgo de provocar daños a inmuebles o personas. Un área verde urbana en estas condiciones es un foco de contagio. Tales problemas hacen que los costos de manejo y mantenimiento se eleven considerable y comparativamente cuando estas prácticas no se realizan correctamente. Este proyecto pretende detectar los principales factores físicos que favorecen el establecimiento de plagas y enfermedades en *C. lusitanica* y *C. benthamii*, debido a que no existen trabajos donde se relacionen dichos factores bióticos y abióticos con la incidencia de plagas en árboles, se pretende que con este trabajo se generen recomendaciones que favorezcan la salud de los árboles y si es posible, disminuir los costos de mantenimiento a mediano y largo plazo.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Determinar los factores físicos que favorecen el establecimiento de plagas y enfermedades en *Cupressus lusitanica* y *Cupressus benthamii* de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

### Objetivos particulares

1. Caracterizar las condiciones climáticas y edáficas de las áreas donde se encuentran *C. lusitanica* y *C. benthamii*.
2. Realizar el diagnóstico fitosanitario de los individuos de estas especies.
3. Analizar qué plagas y/o enfermedades atacan a los árboles de estas especies.
4. Relacionar los factores abióticos con el estado físico y sanitario de los árboles de estas especies por medio de un método estadístico.
5. Realizar recomendaciones de manejo y mantenimiento de las especies estudiadas.

## ÁREA DE ESTUDIO

La FES Iztacala se encuentra al Oriente del Estado de México, en la parte que corresponde al municipio de Tlalnepantla de Baz, el cual se localiza a su vez al Noroeste de la ciudad de México (figura 1), la ubicación de la Facultad está entre las coordenadas  $19^{\circ}32'17''$  y  $19^{\circ}32'44''$  de latitud N y  $99^{\circ}12'22''$  de longitud O. El área que ocupa es de 221,382 m<sup>2</sup>; se encuentra a una altitud de 2,250 m s.n.m (Sandoval, 2000).

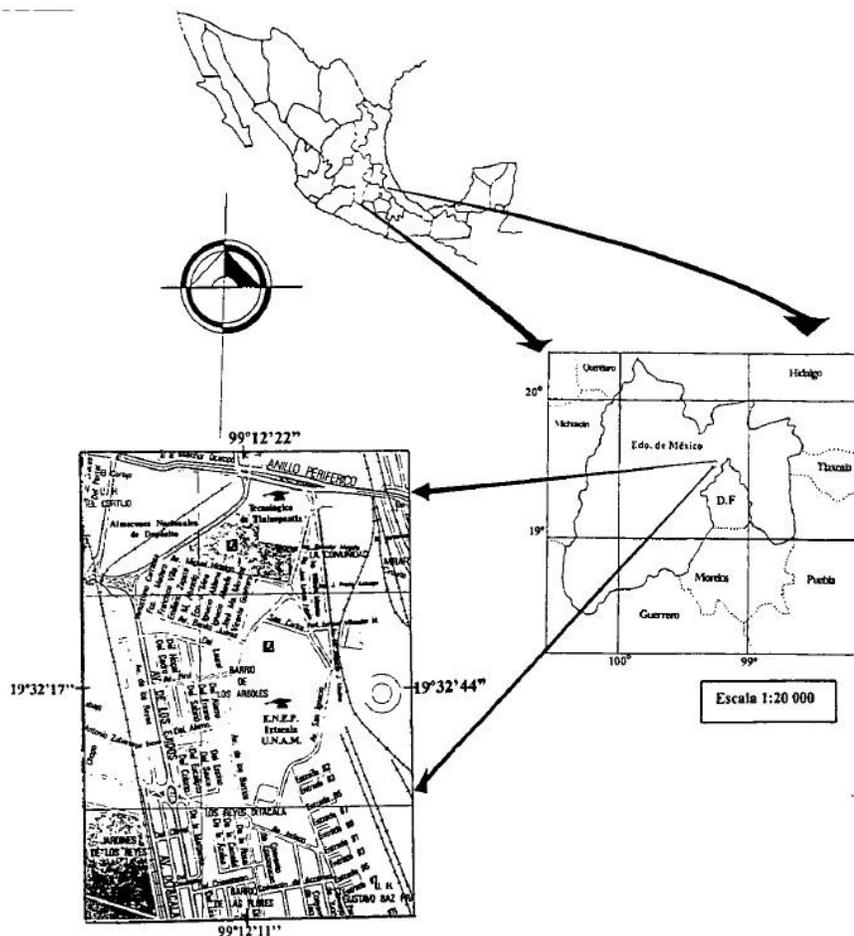


Figura 1.- Mapa de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala

El municipio de Tlalnepantla de Baz reporta en su Plan de Desarrollo Municipal 2013-2015 lo siguiente:

Clima.-En condiciones normales, las variantes climáticas de esta región son semiseco (invierno y primavera) semifrío, sin estación invernal bien definida. La estación seca comprende los meses de diciembre a abril. Temperatura media de 10° C., temperatura máxima de 27.30° C., precipitación pluvial de 682.6 mm.

Suelo.- Predominante en la zona plana es regosol, acompañados de litosoles y de afloramientos de rocas de tepetate. Se asocia a un feozem calcárico de textura media en fase lítica, que presenta cal en sus horizontes; además, un tipo de suelo litosol que se caracteriza por tener una profundidad menor de 10 cm.

Hidrología.- El municipio de Tlalnepantla de Baz, se ubica en la región hidrológica número 26 del Alto Pánico, en la que se encuentra la cuenca del Río Moctezuma y la subcuenca del lago de Texcoco y Zumpango.

Flora y Fauna.- Ante el crecimiento considerado de la zona urbana, la flora y la fauna fueron remplazadas por plantas y árboles cultivados y por endemismos animales domesticados. Solo la fauna silvestre logró desplazarse hacia la Sierra de Guadalupe, donde existen algunos animales.

## **Hipótesis**

En el ambiente urbano el árbol se desarrolla bajo una serie de factores ambientales que le causan estrés y posteriormente su debilitamiento. Los individuos debilitados son mucho más susceptibles de ser atacados por plagas y enfermedades; es por ello que debe existir una relación entre algunos factores

físicos estresantes tales como: el exceso o escasez de humedad en el suelo, la compactación del mismo (densidad aparente alta), temperaturas extremas, entre otros, con la incidencia de algunas plagas y enfermedades.

## METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO

Se eligieron cuatro áreas verdes dentro de la FESI (Figura.2), donde se encontraban el mayor número de individuos de las especies de este estudio. También se buscó que dichos sitios estuvieran distribuidos en el campus.

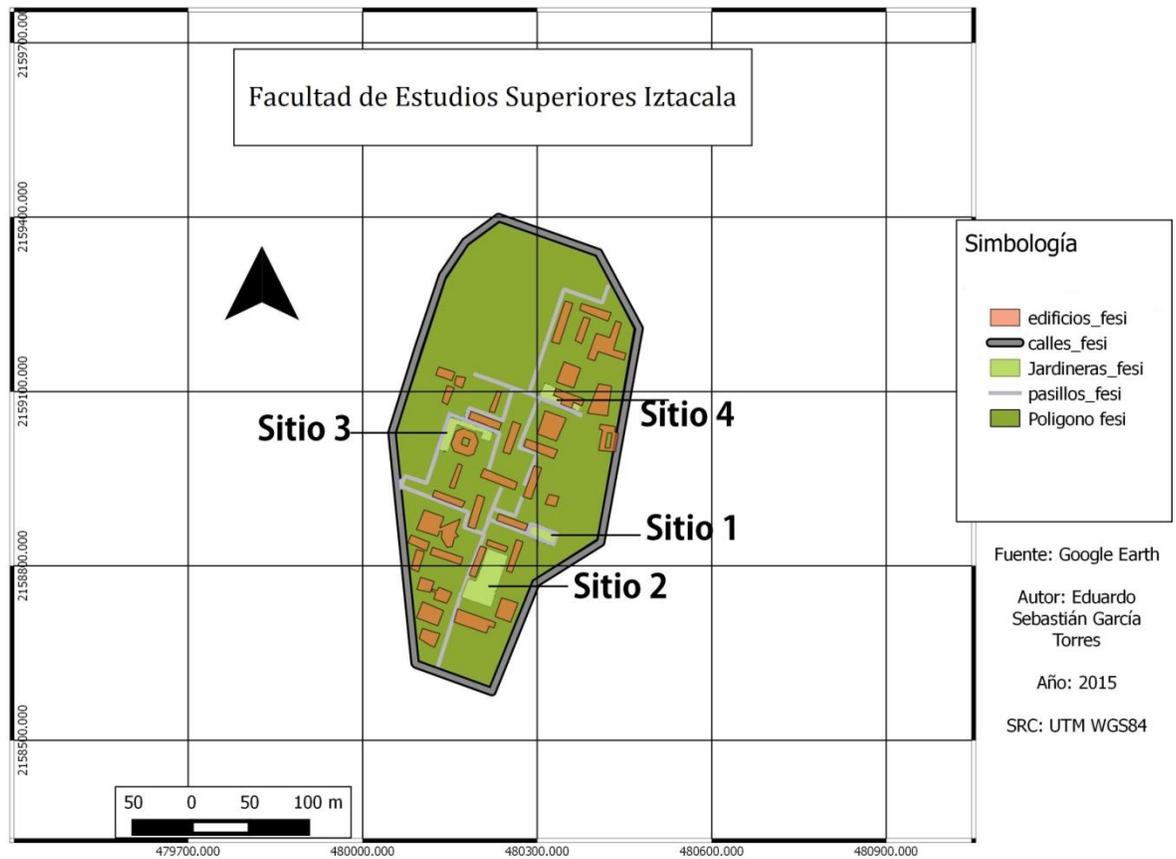


Figura 2.- Mapa de los sitios de estudio en la FESI

El sitio 1 se encuentra ubicado en la parte oriente de la Facultad entre en edificio L-4 y el jardín botánico y es de aproximadamente 330 m<sup>2</sup> (Figura 3).



**Figura 3.- Jardinera del sitio 1**

El sitio 2 se encuentra ubicado en la parte sur de la Facultad entre en edificio L-2 y L-3 (Figura 4).

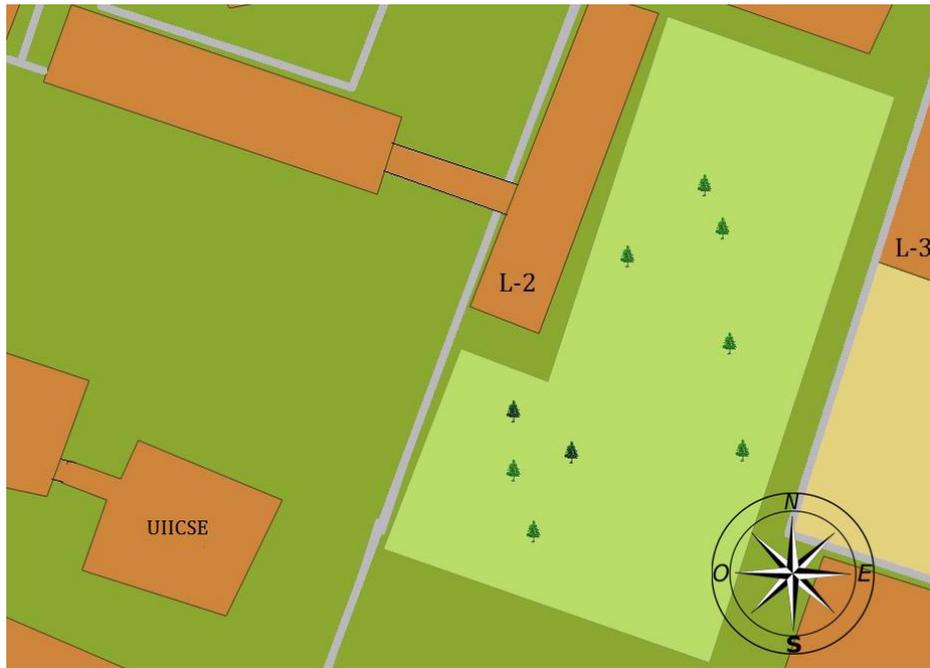


Figura 4.- Jardinera del Sitio 2

El sitio 3 se encuentra ubicado en la parte occidente de la Facultad detrás del edificio de gobierno y a un costado del edificio L-6 (Figura 5).



Figura 5.- Jardinera del sitio 3

El sitio 4 se encuentra ubicado en norte de la Facultad detrás de vestidores y a un costado de la Unidad de Morfofisiología y Función (Figura 6).

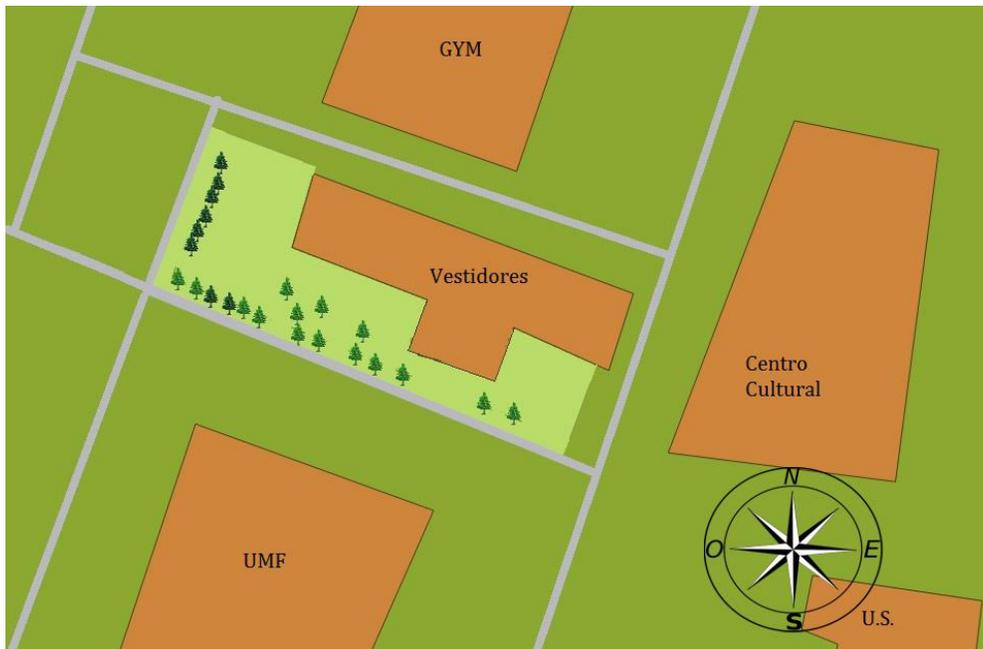


Figura 6.- Jardinera del sitio 4

1.- Para la caracterización de dichos sitios se tomaron los datos siguientes:

### Clima

En los cuatro sitios se utilizó la estación meteorológica digital Kestrel 4500 pocket weather tracker que registró semanalmente durante un año: Temperatura, humedad y velocidad del viento.

### Suelo

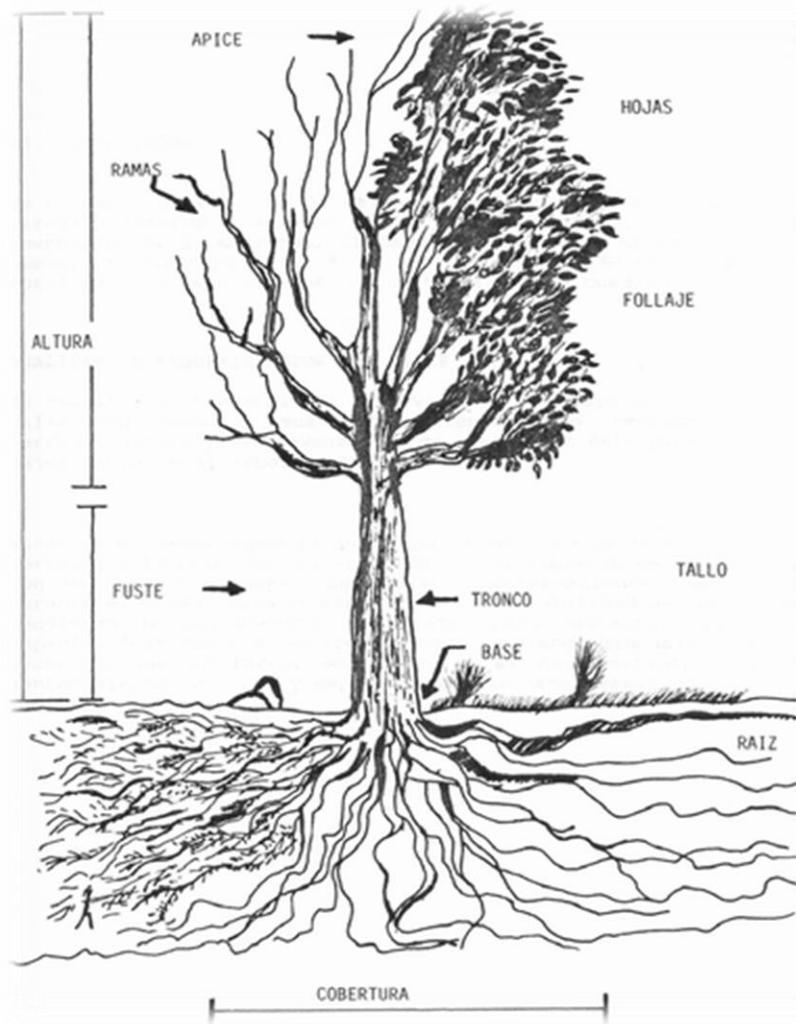
Se utilizó el equipo Soil tester Kelway para medir pH y humedad en el suelo semanalmente durante un año. Para compactación del suelo se usó con un

probador DICKEY-john .En suelo se tomaron muestras compuestas de cada sitio a los primeros 15 y 30 cm, en las cuales se evaluaron algunos los parámetros físicos como: porosidad total (, densidad real y aparente textura y humedad a capacidad de campo. Los parámetros químicos fueron: materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, el contenido de calcio y magnesio, los cuales fueron analizados en el laboratorio con base en lo propuesto por Muñoz *et al.*, (2000).

Durante las mediciones climáticas semanales, también se hicieron observaciones respecto a las labores de mantenimiento en los cuatro sitios, tales como: frecuencia y tiempo de riego, eliminación de hojarasca, poda de césped y poda de árboles.

## 2.- Diagnóstico fitosanitario

Para determinar el estado físico y sanitario de los árboles se toma en cuenta su copa y el tronco. Para las medidas dasonométricas se mide DAP, cobertura, fuste y altura como se muestra en la Figura 7.



**Figura 7: Partes del árbol que se toman en cuenta al momento de diagnosticarlo.**

Se diseñó un formato predeterminado de registro (Figura 8) donde se anotaron los datos tomados en cuenta durante el diagnóstico de cada individuo como son los siguientes:

DIAGNÓSTICO DEL AREA NOROESTE DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA					
[FOTO]	EVALUADOR:				
	ARBOL #:				
	ESPECIE:				
	ETAPA DE DESARROLLO:				
	MEDIDAS DASONOMETRICAS				
	DAP(cm):	PERIMETRO(cm):	COBERTURA(m <sup>2</sup> ):	FUSTE(m):	ALTURA(m):
COPA					
ESTADO SANITARIO		ESTADO FÍSICO			
TRONCO					
ESTADO SANITARIO:		ESTADO FÍSICO:			

Figura 8.- Formato para el diagnóstico fitosanitario de Los árboles de estudio.

Las características del arbolado consistió en la determinación del diámetro a la altura del pecho (DAP) con cinta métrica, fuste, cobertura de la copa y altura total con pistola haga.

La evaluación física y sanitaria de las especies estudiadas, se realizó con base a los criterios propuestos por Benavides y Segura (1996), cuyas variables cualitativas fueron la etapa de desarrollo del arbolado, el estado sanitario y físico del follaje y tronco. Los criterios para la evaluación se muestran en los cuadros 1 a 5.

**Cuadro 1.- Criterios de evaluación de la etapa de desarrollo del arbolado (Benavides y Segura 1996).**

ETAPA DE DESARROLLO	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

**Cuadro 2.- Criterios para la evaluación del estado sanitario del follaje en el arbolado (Benavides y Segura 1996).**

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
<b>BUENO</b>	Follaje de color uniforme y sin muestras de ataque de alguna plaga, enfermedad o clorosis.
<b>REGULAR</b>	Follaje con muestras incipientes de algún ataque de plagas, enfermedades o clorosis hasta en un 25%.
<b>MALO</b>	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.
<b>PESIMO</b>	Follaje con evidencia de ataque de plaga, enfermedad o clorosis en más del 50%.

**Cuadro 3.- Criterios para la evaluación del estado físico del follaje en el arbolado.**

<b>CATEGORÍA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>BUENO</b>	Follaje denso y de color homogéneo, sin partes ausentes y copa balanceada.
<b>REGULAR</b>	Follaje ausente hasta en un 25% de la copa y/o moderado balance de la copa.
<b>MALO</b>	Falta de follaje hasta en un 50% de la copa y/o moderado balance de la copa.
<b>PÉSIMO</b>	Falta de follaje en más del 50% de la copa y ausencia de balance de la copa.

**Cuadro 4.- Criterios para la evaluación del estado sanitario del tronco en el arbolado.**

<b>CATEGORÍA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>BUENO</b>	Tronco con apariencia normal, sólido y sin evidencias de ataque de alguna plaga o enfermedad.

<b>REGULAR</b>	Tronco con rasgos incipientes del ataque de alguna plaga o enfermedad.
<b>MALO</b>	Tronco con evidente ataque de alguna plaga o enfermedad y presencia incipiente de partes podridas o muertas.
<b>PÉSIMO</b>	Tronco con un notorio ataque de plagas o enfermedades y presencia notoria de partes podridas o muertas.

**Cuadro 5.- Criterios para la evaluación del estado físico del tronco en el arbolado.**

<b>CATEGORÍA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>BUENO</b>	Tronco con apariencia normal, fuerte sólido y sin daño mecánico aparente.
<b>REGULAR</b>	Tronco con daños mecánicos leves en la parte inferior o con presencia de cavidades incipientes.
<b>MALO</b>	Tronco con marcados daños mecánicos en la parte inferior y media, o presencia moderada de cavidades.
<b>PÉSIMO</b>	Tronco con severos daños mecánicos en la parte inferior y media, así como presencia de grandes huecos.

### 3.- Plagas

Para la determinación de las principales plagas de los individuos estudiados, se tomaron muestras de los insectos encontrados. Posteriormente las muestras fueron debidamente etiquetadas y preservadas en frascos con alcohol al 70%, las cuales fueron identificadas con ayuda de la M. en C. Ana Lilia Muñoz Viveros, así mismo se utilizaron las claves de identificación de Blackman e Eastop (1994).

Para el estudio fitopatológico (hongos, bacterias o virus) se realizó un muestreo en aquellos árboles que mostraron una sintomatología evidente de daño por patógeno como puede ser: hojas secas, resinación o exudados, tumoraciones entre otras; dichas muestras se inocularon y se analizaron en laboratorio de fitopatología del INIFAP. Las muestras fueron identificadas con ayuda del Biólogo José Francisco Reséndiz Martínez.

### 4.- Relación de factores abióticos con el estado de los árboles de estudio

Para analizar si dichos árboles son más propensos al ataque de plagas y enfermedades a causa de factores abióticos, se tomaron todos los datos recopilados sobre las especies tanto los dasonómicos, como los estados fitosanitarios (Estado físico de la copa y tronco, estado sanitario de copa y tronco), a estos últimos se les dio un valor cuantitativo (Cuadro 6). Cada una de estas variables evaluadas fue comparada entre sí para determinar si hubo diferencias en alguno de los cuatro sitios utilizando el método estadístico de Kruskal-Wallis con un alfa de 0.05.

**Cuadro 6.- Criterios de evaluación física y sanitaria de Benavides y Segura con valores cuantitativos asignados para el análisis estadístico (escala hedónica).**

Valores cuantitativos de Evaluación fitosanitaria				
Valor asignado	1	2	3	4
Estado sanitario del follaje	<b>Pésimo</b>	<b>Malo</b>	<b>Regular</b>	<b>Bueno</b>
Estado físico del follaje	<b>Pésimo</b>	<b>Malo</b>	<b>Regular</b>	<b>Bueno</b>
Estado sanitario del tronco	<b>Pésimo</b>	<b>Malo</b>	<b>Regular</b>	<b>Bueno</b>
Estado físico del tronco	<b>Pésimo</b>	<b>Malo</b>	<b>Regular</b>	<b>Bueno</b>

Debido a que se pretende determinar si las diferencias de las variables medidas dependen de la especie y/o el sitio, en este método se agruparon todos los datos como si fueran 8 tratamientos distintos (Cuadro 7).

Cuadro 7.- Agrupamiento de datos para método de Kruskal-Wallis.

# de tratamiento	Especie	Sitio	Clave de Kruskal Wallis
1	1	1	11
2	1	2	12
3	1	3	13
4	1	4	14
5	2	1	21
6	2	2	22
7	2	3	23
8	2	4	24

Del tratamiento 1 al 4 se refiere a *C. lusitánica* (especie 1) en cada uno de los cuatro sitios. El tratamiento 1 se trata de *C. lusitánica* en el sitio 1, el tratamiento 2 es la misma especie en el sitio 2, el tratamiento 3 es *C. lusitánica* en el sitio 3 y tratamiento 4 es *C. lusitánica* en el sitio 4. La especie 2 fue *C. benthamii*, del tratamiento 5 al 8 se trata de *C. benthamii* en los 4 sitios.

Una vez obtenidos los resultados sobre si un tratamiento es muy distinto del otro, se realizó una discusión entre las condiciones físicas ya obtenidas de los 4 sitios y las variables medidas en las 2 especies, con el fin de determinar a qué se deben estas diferencias. Este método fue realizado con ayuda del software SAS (Statistical Analysis System).

#### 5.- Recomendaciones.

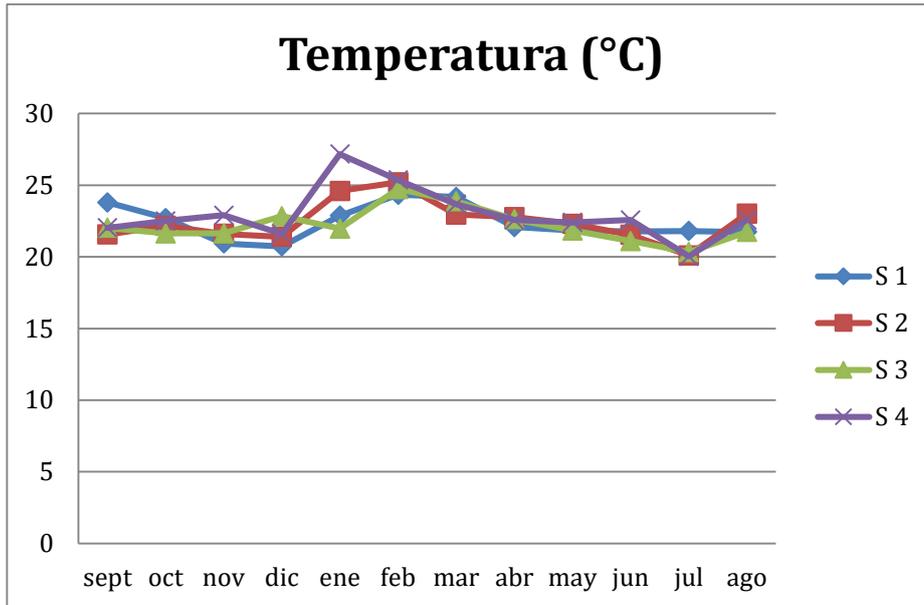
Las recomendaciones para el manejo adecuado de las especies se realizaron con ayuda de las observaciones semanales, estas se obtuvieron al mismo tiempo que las mediciones climáticas de los 4 sitios. Dichas recomendaciones se hicieron con apoyo adicional de información contenida en otros trabajos similares y normas oficiales.

## RESULTADOS

Caracterización de los 4 sitios:

Clima

A continuación se muestran los promedios mensuales de la temperatura tomada en los 4 sitios a lo largo del año (Figura 9). Se puede observar que la mayor temperatura se registró entre los meses enero a marzo, siendo el Sitio 4 el que presentó la mayor temperatura en todo el año.



**Figura 9.- Promedios mensuales de la temperatura en los cuatro sitios de estudio.**

En cuanto a la humedad del aire, esta se presenta en mayor aumento en los meses de junio, julio y octubre y descendió en enero y febrero (Figura 10).

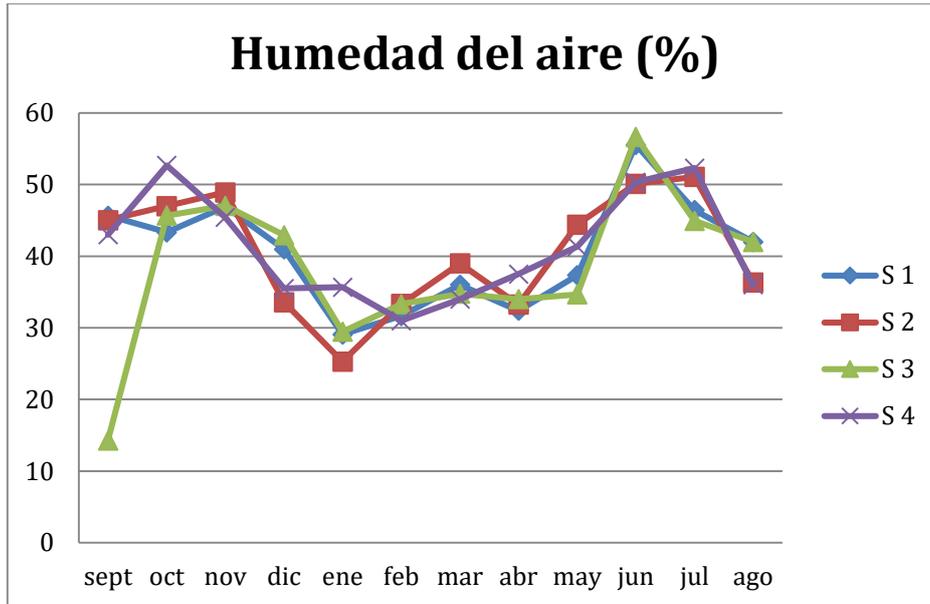


Figura 10.- Promedios mensuales de la humedad del aire en los cuatro sitios de estudio.

La velocidad del viento (Figura 11) fue muy distinta entre los 4 sitios, aunque en la mayor parte del año el viento fue mayor en sitio 3, sobre todo en el mes de marzo y abril. En cuanto al sitio que presentó menor viento fue el sitio 4 la mayoría del año.

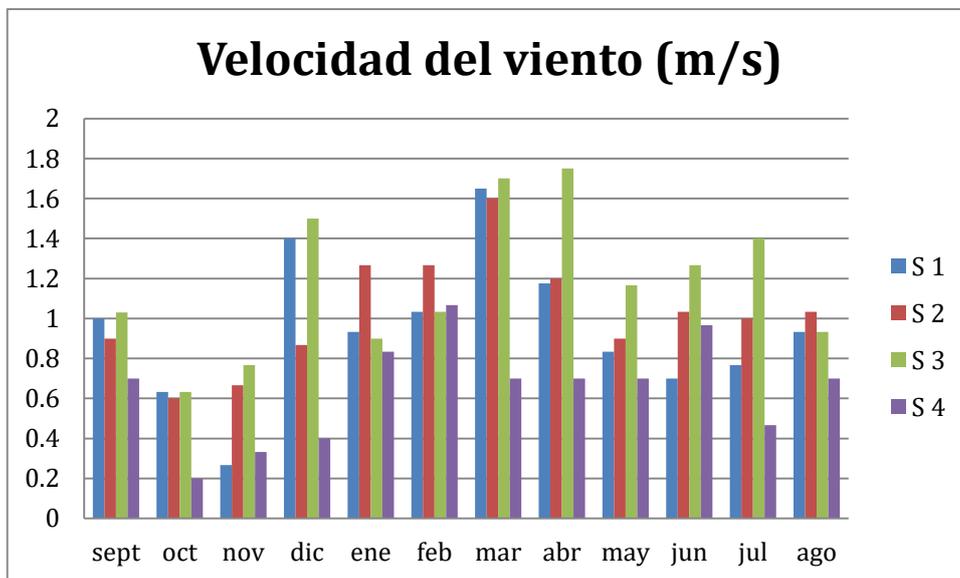


Figura 11.- Promedios mensuales de la velocidad del viento en los cuatro sitios de estudio.

## Suelo

### Sitio 1

En esta área se encontraron 7 individuos de estudio, 4 de ellos fueron *C. lusitanica* y los 3 individuos fueron *C. benthamii*. En la siguiente tabla se muestran los resultados del estudio edafológico realizado en el laboratorio para el sitio 1 (Cuadro 8).

**Cuadro 8.- Caracterización física y químicas del suelo en el sitio 1**

ANÁLISIS DE SUELO	
PRUEBA	SITIO 1 (15/30cm)
TEXTURA	FRANCO ARENO ARCILLOSO / FRANCO ARENOSO
C.I.C.	ALTO/ALTO
M.ORGANICA	RICO/MODERADAMENTE RICO
DENSIDAD (Aparente/Real)	BAJA / BAJA
POROSIDAD (%)	59 / 71
CALCIO (%)	51.67 / 40.85
MAGNESIO (%)	15.62 / 11.57

En el sitio 1 se obtuvo una textura franco arenoso arcilloso en los primeros 15 cm de muestra, mientras que a los 30 cm la textura es franco arenoso. La capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) fue alta en ambas profundidades. La materia orgánica fue rica en los 15 cm y moderadamente rica en los 30 cm. La densidad fue baja igualmente en 15 y 30 cm. Para la porosidad se obtuvo que fue menor a los 15 cm y mayor a los 30 cm con 59% y 71% respectivamente. El calcio fue de 51.67% a los 15cm y 40.85% a los 30cm. En cuanto al magnesio fue de 15.62% y 11.57% en los 15 cm y 30 cm respectivamente.

### Sitio 2

En el sitio 2 de 4550 m<sup>2</sup> se registraron 9 individuos, de los cuales 7 árboles fueron de la especie *C. lusitánica* y 2 fueron de la especie *C. benthamii*.

En seguida se muestran los resultados del estudio edafológico del Sitio 2 (Cuadro 9).

**Cuadro 9.- Caracterización física y químicas del suelo en el sitio 2**

ANÁLISIS DE SUELO	
PRUEBA	SITIO 2 (15/30cm)
TEXTURA	FRANCO ARENOSO / FRANCO ARENO ARCILLOSO
C.I.C.	ALTO/MEDIO
M.ORGANICA	RICO / RICO
DENSIDAD (Aparente/Real)	BAJA / BAJA
POROSIDAD (%)	59 / 62
CALCIO (%)	21.02/17.73
MAGNESIO (%)	5.51/4

En el sitio 2 se obtuvo una textura franco arenoso en los primeros 15 cm de muestra, mientras que a los 30 cm la textura es franco areno arcilloso. La capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) fue alta en 15 cm y media en los 30 cm. El suelo mostró ser rico en materia orgánica igualmente en 15 y 30 cm. Sin embargo la densidad fue baja en ambas profundidades. Para la porosidad se obtuvo que fue menor a los 15 cm y mayor a los 30 cm con 59% y 62% respectivamente. El calcio fue de 21.02% a los 15 cm y 17.73% a los 30 cm. En cuanto al magnesio fue de 5.51% y 4% en 15 cm y 30 cm respectivamente.

### Sitio 3

En este sitio de 1390 m<sup>2</sup> se registraron 30 individuos, de los cuales 29 fueron *C. lusitánica* y 1 fue *C. benthamii*. En seguida se muestran los

resultados de la muestra compuesta del estudio edafológico del sitio 3 (Cuadro 10).

**Cuadro 10.- Caracterización física y químicas del suelo en el sitio 3**

ANÁLISIS DE SUELO	
PRUEBA	SITIO 3 (15/30cm)
TEXTURA	ARENOSO / FRANCO ARENO ARCILLOSO
C.I.C.	ALTO/MEDIO
M.ORGANICA	RICO / MODERADAMENTE RICO
DENSIDAD (Aparente/Real)	BAJA / BAJA
POROSIDAD (%)	54 / 59
CALCIO (%)	16.93/14.15
MAGNESIO (%)	10/9.04

Para el sitio 3 se obtuvo una textura arenosa en los primeros 15 cm de muestra, mientras que en los 30 cm la textura es franco areno arcilloso. La capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) fue alta en 15 cm y media en los 30 cm. El suelo mostró ser rico en materia orgánica en 15 cm y moderadamente rico a los 30 cm. En cuanto a la densidad esta fue baja en ambas profundidades. Para la porosidad se obtuvo que fue menor a los 15 cm y mayor a los 30 cm con 54% y 59% respectivamente. El calcio fue de 16.93% a los 15 cm y 14.15% a los 30 cm. En cuanto al magnesio fue de 10% y 9.04% en 15 cm y 30 cm respectivamente.

#### Sitio 4

El sitio 6 de 660 m<sup>2</sup> se registraron 26 individuos, de los cuales 18 fueron *C. lusitánica* y los 8 árboles restantes fueron *C.benthamii*. A continuación se muestran los resultados del estudio edafológico del Sitio 4 (Cuadro 11).

**Cuadro 11.- Caracterización física y químicas del suelo en el sitio 4**

ANÁLISIS DE SUELO	
PRUEBA	SITIO 4(15/30cm)
TEXTURA	FRANCO ARENOSO / FRANCO ARENO ARCILLOSO
C.I.C.	ALTO/MEDIO
M.ORGANICA	RICO / RICO
DENSIDAD (Aparente/Real)	BAJA / BAJA
POROSIDAD (%)	54 / 66
CALCIO (%)	21.83/17.43
MAGNESIO (%)	5.91/4.17

Para el sitio 4 se obtuvo una textura franco arenosa en los primeros 15 cm de muestra, mientras que en los 30 cm la textura es franco areno arcilloso. La capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) fue alta en 15 cm y media en los 30 cm. El suelo mostró ser rico en materia orgánica en las dos profundidades. La densidad fue baja en ambas profundidades. La porosidad fue menor a los 15 cm y mayor a los 30 cm con 54% y 66% respectivamente. El calcio fue de 21.83% a los 15 cm y 17.43% a los 30 cm. En cuanto al magnesio fue de 5.91% y 4.17% en 15 cm y 30 cm respectivamente.

#### Diagnóstico físico y sanitario de *C. lusitanica* Y *C. benthamii*

##### Sitio 1

En este sitio que es el más pequeño de los 4 donde se estudiaron a las especies se encontraron a algunas especies con troncos codominantes, ramillas y hojas secas en diversas partes de la copa (Figura 12).



**Figura 12. *Cupressus benthamii* con follaje afectado por patógeno.**

Varios de los árboles presentaban heridas mecánicas por vandalismo, así como resinación y algunos tumores (Figura 13).



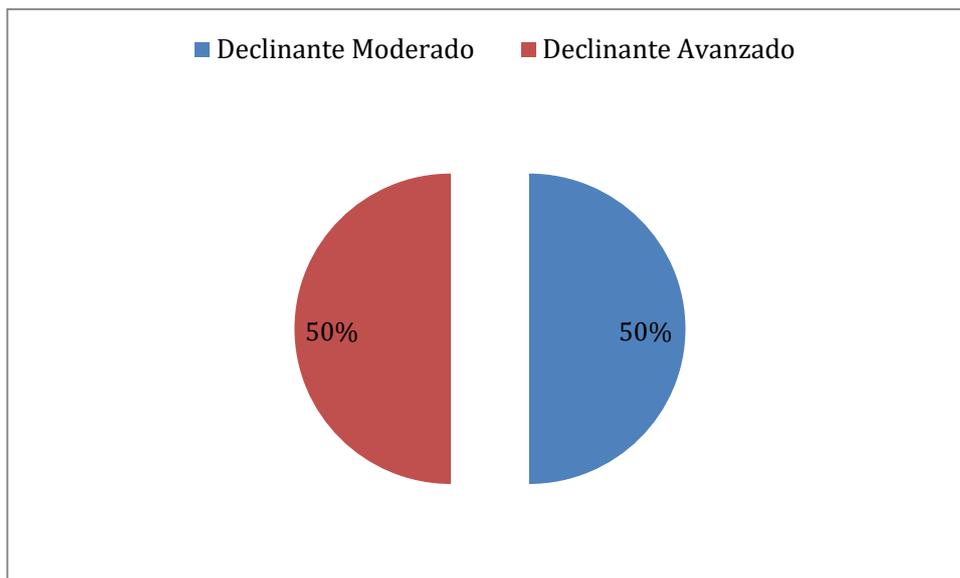
**Figura 13. Resinación y tumoración en**

Para los 4 árboles de la especie *C. lusitanica* el estado físico de la copa (EFC) fue malo en todos los individuos. El estado sanitario de la copa (ESC) fue regular en todos los árboles. En cuanto al estado físico del tronco (EFT) el 75% fue bueno y el otro 25% fue regular y para el estado sanitario del tronco (EST) un 50% fue bueno y el otro 50% fue regular (Cuadro 12).

**Cuadro 12.- Estado físico y sanitario de *Cupressus lusitanica* del sitio 1.**

ESTADO FÍSICO Y SANITARIO <i>Cupressus lusitanica</i> (SITIO 1)			
EFC	ESC	EFT	EST
100% <b>Malo</b>	100% <b>Regular</b>	75% <b>Bueno</b>	50% <b>Bueno</b>
		25% <b>Regular</b>	50% <b>Regular</b>

La condición general de *C. lusitanica* en este sitio se evaluó como declinante moderada en un 50% y el otro 50% fue resultó ser declinante avanzado (Figura 14).



**Figura 14. Condición general de *Cupressus lusitanica* en el sitio 1.**

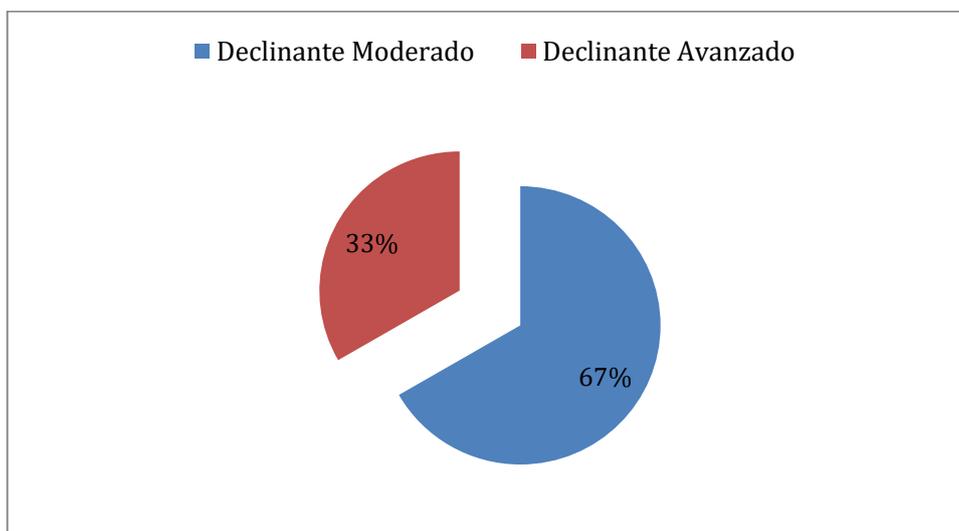
Para los 3 árboles de la especie *C. benthamii* el EFC fue regular en un 33.33% de los individuos, otro 33.33% fue malo y el 33.33% restante fue pésimo. El ESC fue regular en todos los árboles. En cuanto al EFT el 33.33% fue bueno y

el otro 66.66% fue regular y para el EST un 33.33% fue bueno y el otro 66.66% fue regular (Cuadro 13).

**Cuadro 13.- Estado físico y sanitario *Cupressus benthamii* del sitio 1.**

ESTADO FÍSICO Y SANITARIO <i>Cupressus benthamii</i> (SITIO 1)			
EFC	ESC	EFT	EST
33.33% Regular	100% Regular	33.33% Bueno	33.33% Bueno
33.33% Malo		66.66% Regular	66.66% Regular
33.33% Pésimo			

La condición general de *C. benthamii* en este sitio se evaluó como declinante moderada en un 33% y el otro 67% fue resultó ser declinante avanzado (Figura 15).



**Figura 15. Condición general de *Cupressus benthamii* en el sitio 1.**

## Sitio 2

En este sitio se encontraron severas heridas en los individuos, en gran parte debido al personal que trabajaba en la construcción que se realizó al lado de este sitio (Figura 16).



**Figura 16.- *Cupressus lusitanica* con daños mecánicos en el tronco.**

Uno de los individuos de este sitio fue el que se encontró en las peores condiciones de los 4 sitios, ya que tenía un severo daño de desgarré en la mitad de la copa, con tocones en la misma y aún seguía en pie (Figura 17).



**Figura 17. Ramas dominantes desgarradas y tocones en la copa de *Cupressus lusitanica*.**

Se encontraron heridas mecánicas severas en el tronco fueron en la mayoría de los individuos de este sitio (Figura 18).



**Figura 18. Severos daños mecánicos en el tronco de *Cupressus lusitanica*.**

Para los 7 árboles de la especie *C. lusitanica* el EFC fue regular en un 57.14% de los individuos, otro 28.57% fue malo y el 14.28% restante fue pésimo. El ESC fue regular en todos los árboles. En cuanto al EFT el 28.57% fue bueno y el otro 71.42% fue regular y para el EST un 28.57% fue bueno y el otro 71.42% fue regular (Cuadro 14).

**Cuadro 14. Estado físico y sanitario de *Cupressus lusitanica* en el sitio 2.**

ESTADO FÍSICO Y SANITARIO <i>Cupressus lusitanica</i> (SITIO 2)			
EFC	ESC	EFT	EST
57.14% <b>Regular</b>	100% <b>Regular</b>	28.57% <b>Bueno</b>	28.57% <b>Bueno</b>
28.57% <b>Malo</b>		71.42% <b>Regular</b>	71.42% <b>Regular</b>
14.28% <b>Pésimo</b>			

La condición general de *C. lusitanica* en este sitio se evaluó como declinante incipiente en un 43%, un 29% fue declinante moderado, 14% fue declinante

avanzado y el 14% restante de los individuos resultó declinante severo (Figura 19).

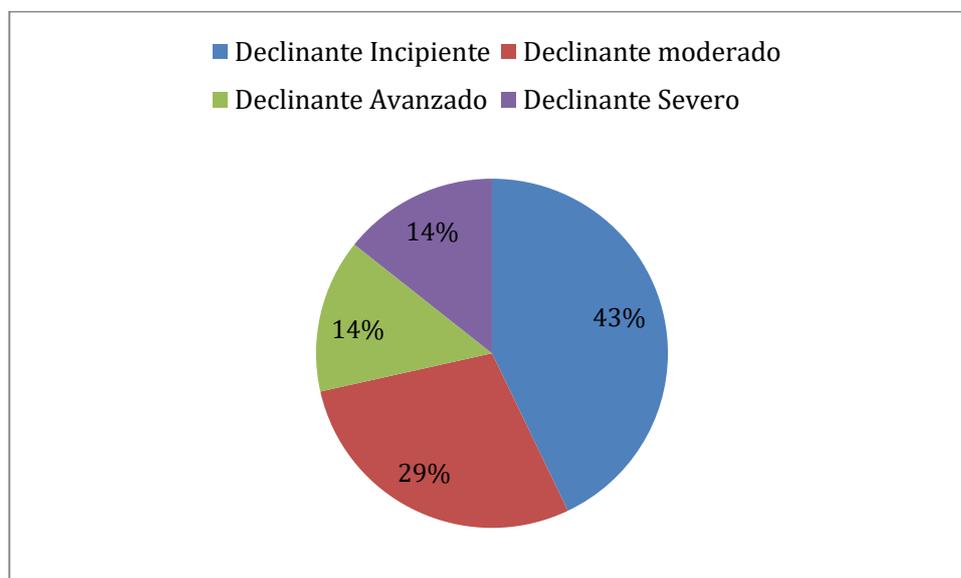


Figura 19.- Condición general de *Cupressus lusitanica* del sitio 2.

Para los 2 árboles de la especie *C. benthamii* en este sitio el EFC fue regular en un 50% de los individuos y el otro 50% fue malo. El ESC fue regular en ambos los árboles. En cuanto al EFT el 50% fue bueno y el otro 50% fue regular y para el EST fue regular en ambos individuos (Cuadro 15).

Cuadro 15. Estado físico y sanitario de *Cupressus benthamii* en el sitio 2.

ESTADO FISICO Y SANITARIO <i>Cupressus benthamii</i> (SITIO 2)			
EFC	ESC	EFT	EST
50% Regular	100% Regular	50% Bueno	100% Regular
50% Malo		50% Regular	

La condición general de *C. benthamii* en este sitio se evaluó como declinante moderado en un 50% y el otro 50% fue declinante avanzado (Figura 20).

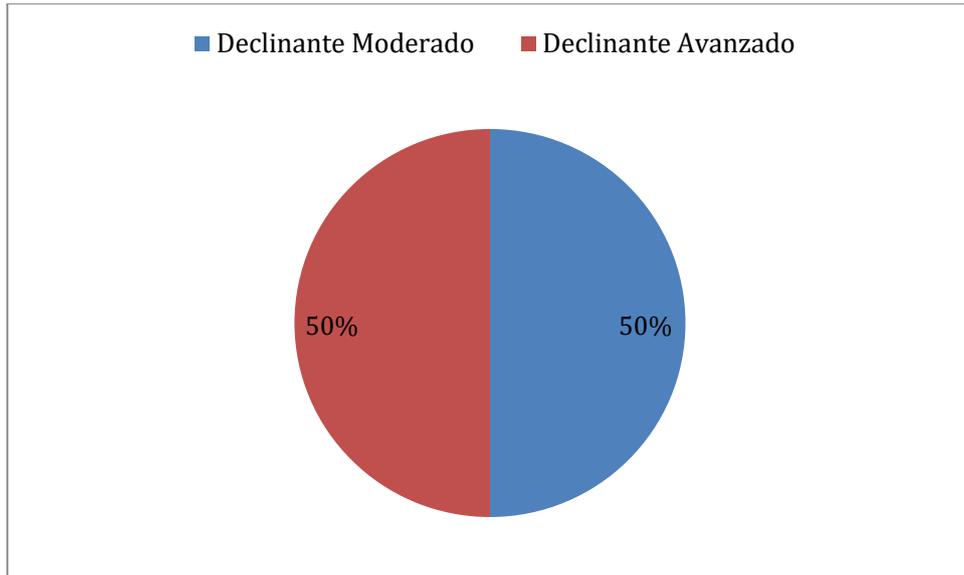


Figura 20. Condición general de *Cupressus benthamii* del sitio 2.

### Sitio 3

En este sitio contenía la mayor cantidad de individuos de todos los otros sitios, sin embargo se encontraron problemas como crecimiento suprimido de la copa y ramas secas (Figura 21).



Figura 21.- Crecimiento suprimido de la copa de *Cupressus lusitanica*.

Este fue el único sitio donde se encontraron afectaciones por barrenadores (Figura 22).

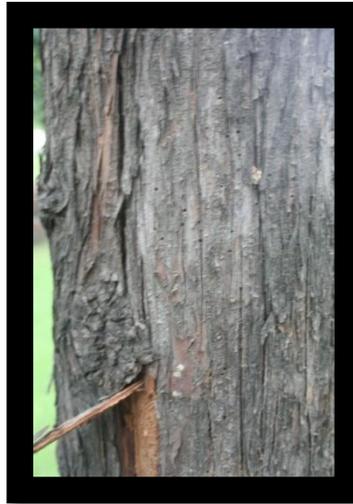


Figura 22.- Daños por barrenadores en tronco de *Cupressus lusitanica*.

En muchos de los individuos se encontraron resinación, tumores y las raíces muy cerca de las guarniciones (Figura 23).



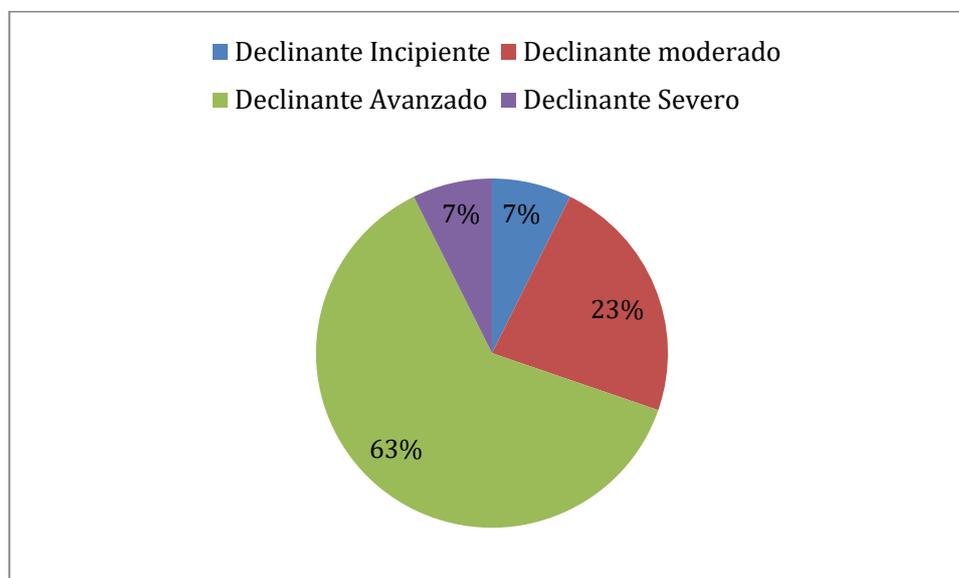
Figura 23. Resinación, tumoración en el tronco y crecimiento radicular suprimido de *Cupressus lusitanica*.

Para los 29 árboles de la especie *C. lusitanica* en este sitio el EFC fue regular en un 10.34% de los individuos, un 41.37% fue malo y el otro 48.27% fue pésimo. El ESC fue regular en un 44.82%, un 51.72% malo y un 3.44% fue pésimo. En cuanto al EFT el 44.82% fue bueno y el otro 55.17% fue regular y para el EST fue bueno en un 17.24% de los individuos, un 62.06% regular y un 20.68% fue malo (Cuadro 16)

**Cuadro 16. Estado físico y sanitario de *Cupressus lusitanica* en el sitio 3.**

ESTADO FÍSICO Y SANITARIO <i>Cupressus lusitanica</i> (SITIO 3)			
EFC	ESC	EFT	EST
10.34% Regular	44.82% Regular	44.82% Bueno	17.24% Bueno
41.37% Malo	51.72% Malo	55.17% Regular	62.06% Regular
48.27% Pésimo	3.44% Pésimo		20.68% Malo

La condición general de *C. lusitanica* en este sitio se evaluó como declinante incipiente en un 7%, un 23% fue declinante moderado, 63% fue declinante avanzado y el 7% restante de los individuos resultó declinante severo (Figura 24).



**Figura 24.- Condición general de *Cupressus lusitanica* del sitio 3.**

El único árbol de la especie *C. benthamii* el EFC, ESC, EFT resultó regular y en cuanto a el EST fue malo (Cuadro 17).

Cuadro 17.- Estado físico y sanitario de *Cupressus benthamii* del sitio 3.

ESTADO FÍSICO Y SANITARIO DE <i>Cupressus benthamii</i> (SITIO 3)			
EFC	ESC	EFT	EST
100% Regular	100% Regular	100% Regular	100% Malo

La condición general de *C. benthamii* en este sitio se evaluó como declinante moderado (Figura 25).

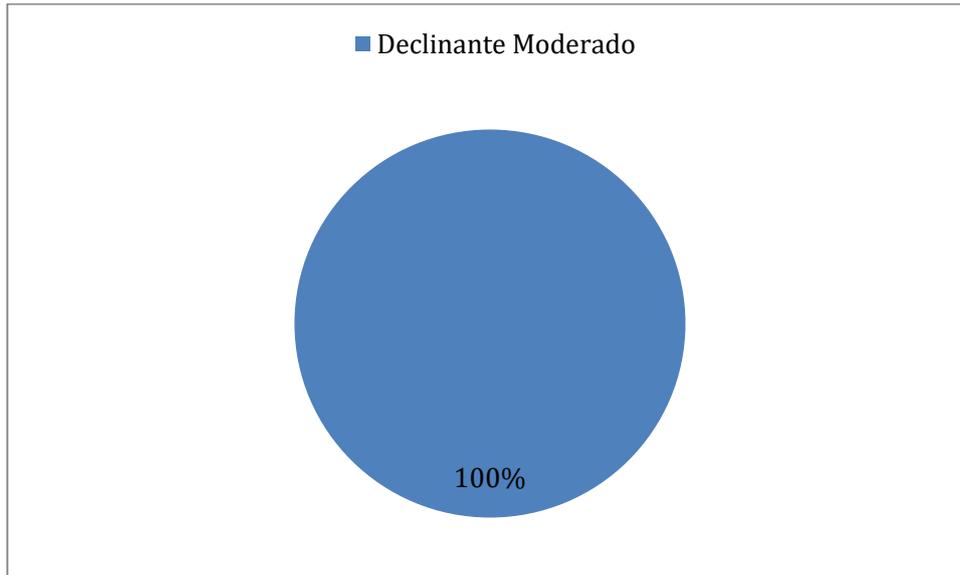


Figura 25.- Condición general de *Cupressus benthamii* del sitio 3.

#### Sitio 4

En este sitio se encontraron muchos árboles con ramas, hojas secas y copas desbalanceadas (Figura 26).



**Figura 26. Ramas secas por poda inapropiada.**

La copa de varios individuos se encontró deformada o partida a la mitad (Figura 27).



**Figura 27. Deformación de la copa del árbol.**

Se registró follaje seco en las copas de los árboles más altos (Figura 28).



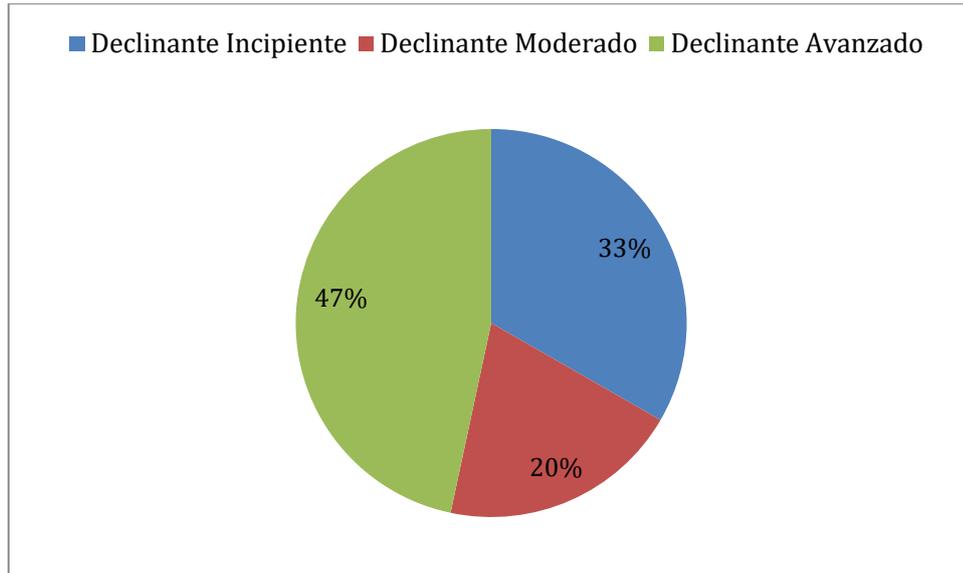
Figura 28. Hojas secas en algunas partes de la copa de *Cupressus lusitanica*.

Para los 15 árboles de la especie *C. lusitanica* en este sitio el EFC fue bueno en un 6.66% de los individuos, un 20% fue regular, 33.33% malo y el otro 40% fue pésimo. El ESC fue bueno en un 40%, un 46.66% regular y un 13.33% resultó malo. En cuanto al EFT el 100% de los individuos fue bueno y para el EST fue bueno en un 86.66% de los individuos y el 13.33% restante fue regular (Cuadro 18).

Cuadro 18.- Estado físico y sanitario de *Cupressus lusitanica* del sitio 4.

ESTADO FÍSICO Y SANITARIO DE <i>Cupressus lusitanica</i> (SITIO 4)			
EFC	ESC	EFT	EST
6.66% <b>Bueno</b>	40% <b>Bueno</b>	100% <b>Bueno</b>	86.66% <b>Bueno</b>
20% <b>Regular</b>	46.66% <b>Regular</b>		13.33% <b>Regular</b>
33.33% <b>Malo</b>	13.33% <b>Malo</b>		
40% <b>Pésimo</b>			

La condición general de *C. lusitanica* en este sitio se evaluó como declinante incipiente en un 33%, un 20% fue declinante moderado y el 47% restante de los individuos resultó declinante avanzado (Figura 29).



**Figura 29.- Condición general de *Cupressus lusitanica* del sitio 4.**

Para los 9 árboles de la especie *C. benthamii* en el sitio 4 el EFC fue regular en un 11.11% de los individuos, otro 66.66% fue malo y el 22.22% restante fue pésimo. El ESC fue regular en un 77.7% de los árboles. En cuanto al EFT fue bueno en un 100% y para el EST resultó bueno en un 88.88% y el otro 11.11% fue regular (Cuadro 19).

**Cuadro 19.- Estado físico y sanitario de *Cupressus benthamii* del sitio 4.**

ESTADO FÍSICO Y SANITARIO DE <i>Cupressus benthamii</i> (SITIO 4)			
EFC	ESC	EFT	EST
11.11% Regular	77.7% Regular	100% Bueno	88.88% Bueno
66.66% Malo	22.22% Malo		11.11% Regular
22.22% Pésimo			

La condición general de *C. benthamii* en este sitio resultó ser declinante moderada en un 33% y el otro 67% fue resultó ser declinante avanzado (Figura 30).

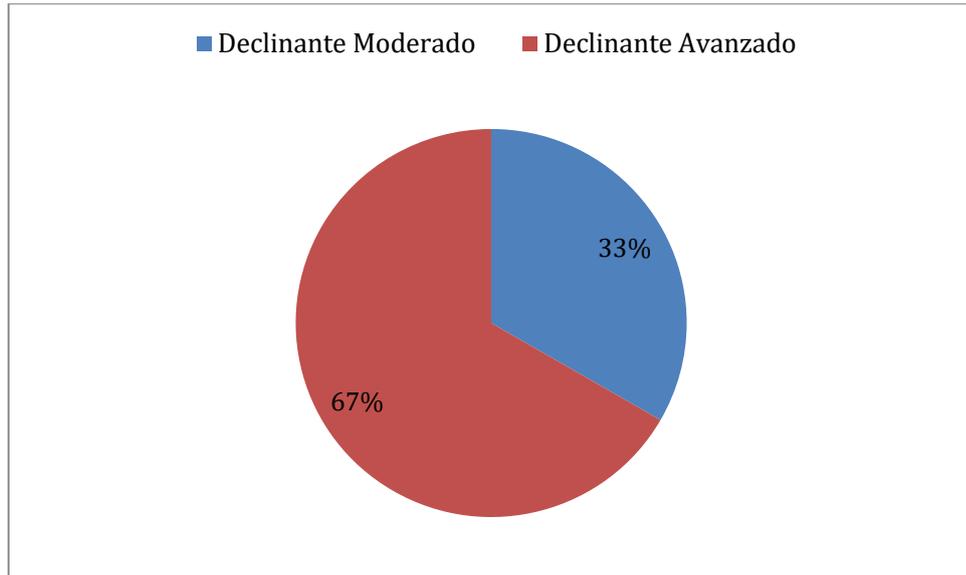


Figura 30.- Condición General *Cupressus benthamii* del sitio 4.

#### Intervalos dasonométricos

El sitio 4 tuvo un DAP más reducido en la mayoría individuos (Cuadro 20).

Cuadro 20.- Diámetro a la altura del pecho en los arboles de cada sitio

	DAP		
	De 0 a 25 cm	De 26 a 50 cm	De 51 a 75 cm
<b>SITIO 1</b>	1	5	1
<b>SITIO 2</b>	1	8	3
<b>SITIO 3</b>	7	20	3
<b>SITIO 4</b>	23	3	0

De igual manera el sitio 4 es el que tiene más individuos con un perímetro menor (Cuadro 21).

**Cuadro 21.- Perímetro del tronco de los individuos de estudio en su respectivo sitio**

<b>Intervalos de Perímetro</b>				
	<b>De 0 a 60 cm</b>	<b>De 61 a 120 cm</b>	<b>De 121 a 180 cm</b>	<b>De 181 a 240 cm</b>
<b>SITIO 1</b>	0	4	3	0
<b>SITIO 2</b>	1	6	3	2
<b>SITIO 3</b>	4	20	5	1
<b>SITIO 4</b>	22	3	1	0

En cuanto a la cobertura, el sitio 3 y 4 fueron los que tuvieron mayor cantidad de individuos con una cobertura menor, por el contrario el sitio 2 fue que tuvo más arboles con una cobertura mayor (Cuadro 22).

**Cuadro 22.- Cobertura de la copa de los árboles en su sitio.**

<b>Intervalos de Cobertura (m<sup>2</sup>)</b>				
	<b>De 0 a 25 m</b>	<b>De 26 a 50 m</b>	<b>De 51 a 75 m</b>	<b>De 76 a 100 m</b>
<b>SITIO 1</b>	1	5	1	0
<b>SITIO 2</b>	2	3	3	4
<b>SITIO 3</b>	14	14	0	2
<b>SITIO 4</b>	22	3	0	1

En la medición del fuste el sitio 4 fue el que tuvo más arboles con menor fuste y el sitio 3 fue el que tuvo más individuos con un fuste más alto (Cuadro 23).

**Cuadro 23.- Fuste de las especies en su sitio.**

<b>Intervalos de Fuste</b>				
	<b>De 0 a 2.5 m</b>	<b>De 2.6 a 5 m</b>	<b>De 5.1 a 7.5 m</b>	<b>De 7.6 a 10 m</b>
<b>SITIO 1</b>	0	6	1	0
<b>SITIO 2</b>	1	10	1	0
<b>SITIO 3</b>	0	11	19	0
<b>SITIO 4</b>	22	3	1	0

En cuanto a la altura el sitio 3 es el que tiene más individuos altos y el 4 es el que tiene más arboles bajos (Cuadro 24).

Cuadro 24. Altura de los árboles en su sitio.

Intervalos de Altura					
	De 0 a 5 m	De 6 a 10 m	De 11 a 15 m	De 16 a 20 m	De 21 a 25 m
<b>SITIO 1</b>	0	0	1	4	2
<b>SITIO 2</b>	0	1	2	8	1
<b>SITIO 3</b>	0	1	3	21	6
<b>SITIO 4</b>	11	11	1	3	0

### Plagas

Durante el diagnóstico fitosanitario a los árboles se observó que ciertos daños mecánicos en los mismos, estaban relacionados con la presencia de algún hongo y/o plaga por lo que se realizó la siguiente tabla para mostrarlo con mayor claridad (Cuadro 25).

Cuadro 25.- Relación entre el tipo de daño con la presencia de plagas /enfermedades.

DAÑOS	PLAGA O ENFERMEDAD
FISURAS, PERFORACIONES, CAVIDADES, LACRAMIENTO.	PRESENCIA DE ÁFIDOS ( <i>C. fresai</i> )
MUÑONES, INTERFERENCIA EN EL CRECIMIENTO.	PRESENCIA DE FITOPATÓGENOS

El áfido que se encontró fue identificado como *Cinara fresai* (Cuadro 26) información obtenida de Blackman & Eastop (1994).

Cuadro 26.- Ficha técnica de *Cinara fresai*.

Nombre científico:	<b><i>Cinara fresai</i></b>
Orden y familia:	Hemiptera, Aphididae
Hospedantes:	Olifaga (Pinos y Cedros)

<p>Tipo de daño:</p>	<p>A este áfido se le conoce por secar y matar a <i>Cupressus lusitánica</i> y <i>C. benthamii</i>. Los pulgones se encuentran sólo en algunas partes del árbol. En las ramas y tronco de una planta huésped y forman colonias muy pequeñas hasta 10 especímenes. Siempre visitadas por hormigas.</p>
<p>Descripción:</p>	<p>Especie monoica, áptera, hembras vivíparas cuando está viva es de color marrón-gris oscuro y el cuerpo mide 3,66 mm.</p>
<p>Medidas de manejo:</p>	<p>Enemigos naturales son las catarinas.</p>



A continuación se muestra una fotografía tomada con una cámara en el microscopio del INIFAP donde se muestra el hongo *Cladosporium* inoculado con sus conidios y cadenas conidiales (Figura 31).

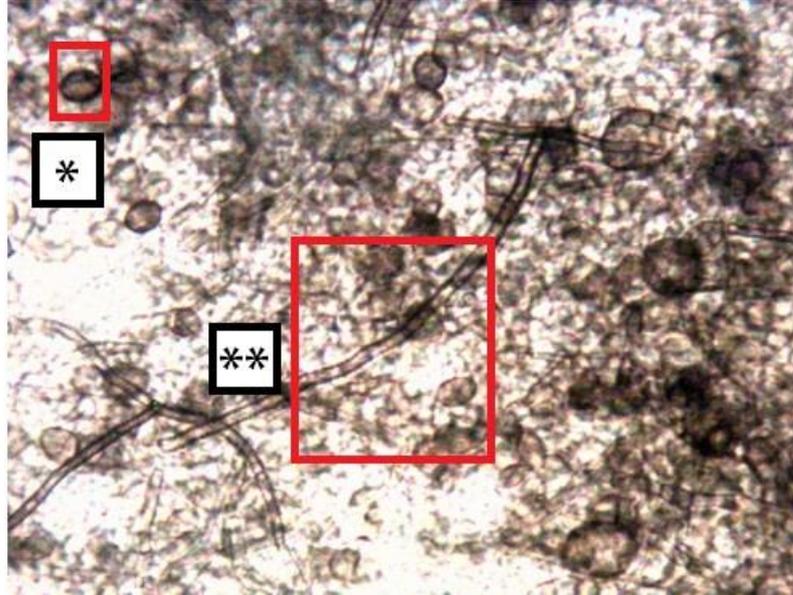


Figura 31.- *Cladosporium* inoculado donde se pueden identificar los conidios (\*) y las cadenas conidiales (\*\*).

La siguiente imagen que se muestra es una fotografía tomada con una cámara en el microscopio del INIFAP donde se muestran conidios inoculados del hongo *Alternaria* (Figura 32).



Figura 32.- *Alternaria* inoculada.

La siguiente imagen es una fotografía tomada con una cámara en el microscopio del INIFAP donde se muestran conidios inoculados del hongo *Phoma* (Figura 33 y 34).

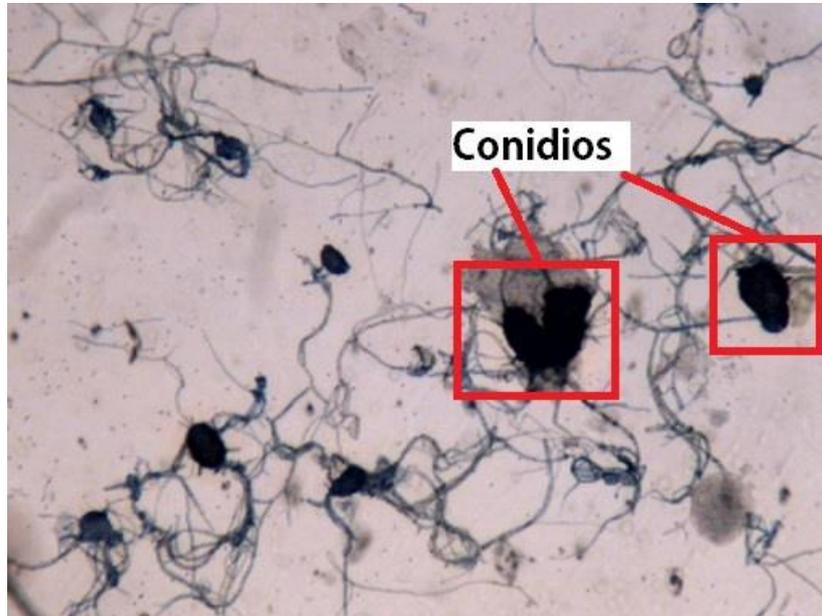


Figura 33.-Conidios de hongo *Phoma* spp. inoculado de una muestra de hoja de *C. benthamii*.

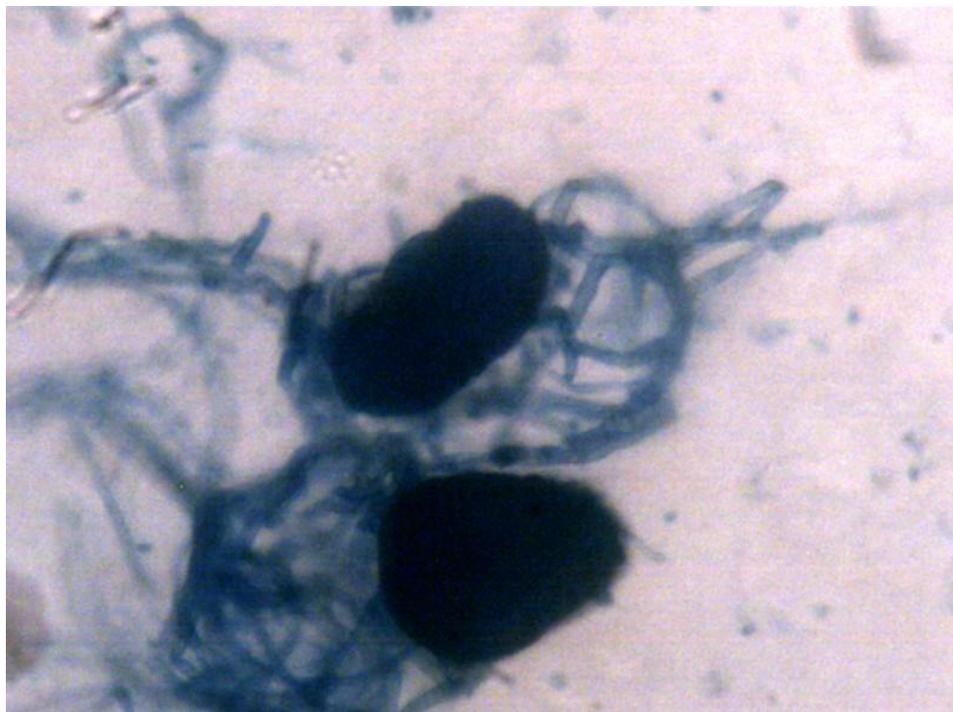
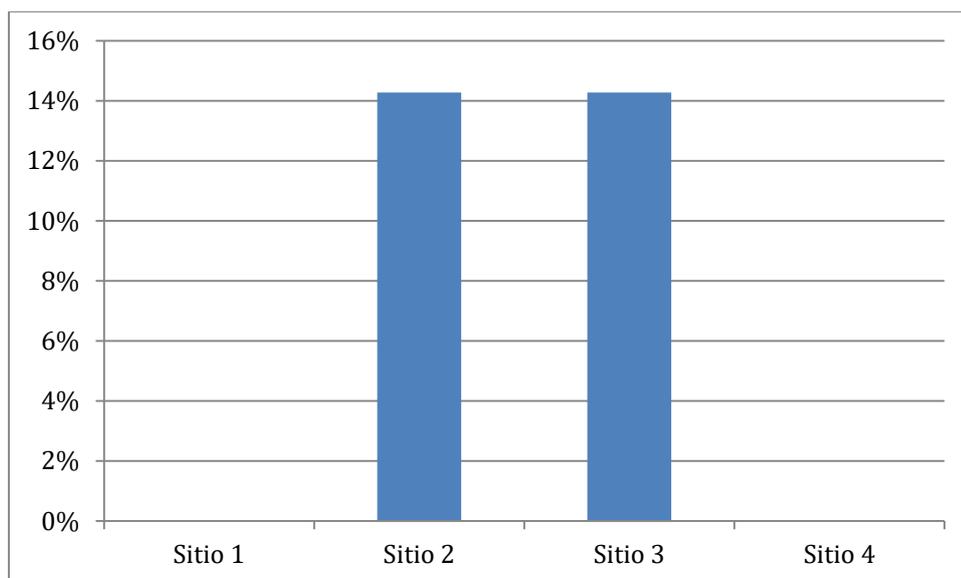


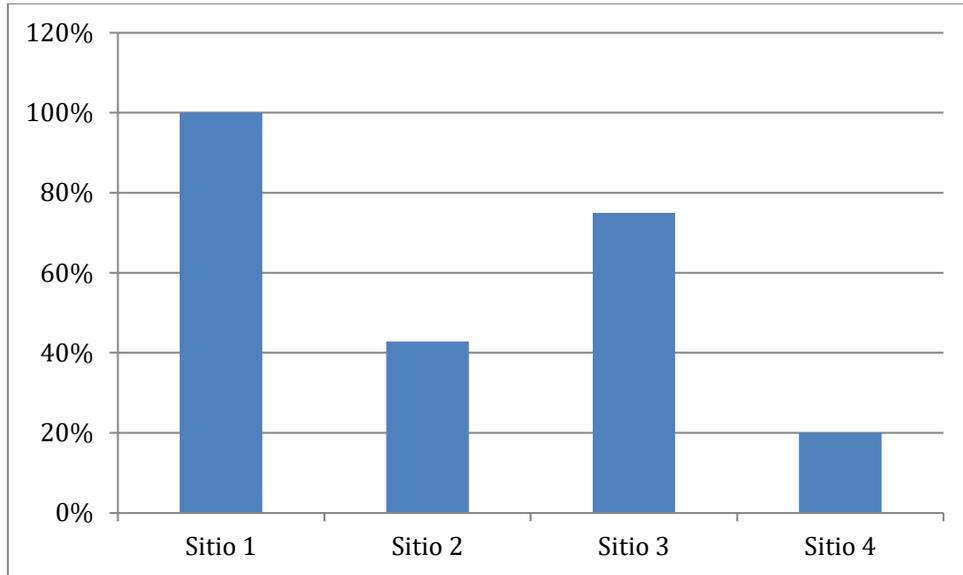
Figura 34.-Acercamiento de los conidios de *Phoma* spp. inoculado de una muestra de hoja de *C. benthamii*.

A continuación se presenta una gráfica con el porcentaje de *Cupressus lusitanica* afectados por el áfido *Cinara fresai* en los cuatro sitios de estudio (Figura 35). En los sitios 1 y 4 no se encontró la presencia del áfido en esta especie, sin embargo en los sitios 2 y 3 se encontró en un 14.28% en ambos sitios. Para la especie *Cupressus benthamii* no se encontró presencia alguna del áfido.



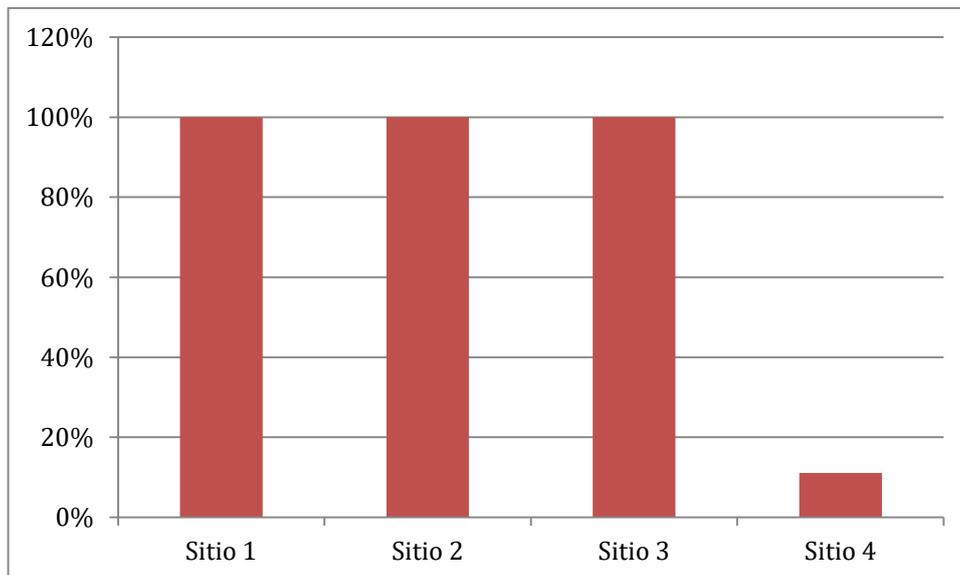
**Figura 35.- Porcentaje de *Cupressus lusitanica* con presencia de *Cinara fresai***

En la siguiente gráfica se puede apreciar el porcentaje de *Cupressus lusitanica* afectados por el hongo *Phoma* en los cuatro sitios (Figura 36). En el sitio 1 el hongo se encontró en todos los individuos, para el sitio 2 el 42.85% se vio afectado, el sitio 3 con 75% de individuos afectados y el sitio 4 con el 20% de árboles con presencia del hongo.



**Figura 36.- Porcentaje de *Cupressus lusitanica* afectados por *Phoma*.**

En la siguiente gráfica se puede observar el porcentaje de *Cupressus benthamii* afectados por el hongo *Phoma* en los cuatro sitios (Figura 37). En los sitios 1,2 y 3 todos los individuos presentaron afectaciones por el hongo y en cuanto al sitio 4 este solamente se vio afectado en un 11.11% de los individuos.



**Figura 37. Porcentaje de *Cupressus benthamii* afectados con *Phoma*.**

Relación de factores físicos con las variables de las especies (Método  
Kruskal-Wallis).

Altura

Para la variable de la altura de los árboles, *C. lusitanica* en el sitio 4, resultó ser muy distinto de todos los sitios a excepción del tratamiento 7 que es *C. benthamii* en el sitio 3. *C. benthamii* en el sitio 4 fue distinto de todos los demás tratamientos (Cuadro 27).

**Cuadro 27.- Medias de cuadrados mínimos de variable de altura.**

Medias de cuadrados mínimos para el efecto trat  
t para H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr > |t|

Variable dependiente: rany

j	1	2	3	4	5	6	7	8
1		0.858944 0.3937	0.308541 0.7587	3.961752 <u>0.0002</u>	0.100245 0.9205	0.500975 0.6182	0.190222 0.8498	3.996855 <u>0.0002</u>
2	-0.85894 0.3937		-0.88765 0.3782	3.694322 <u>0.0005</u>	-0.66922 0.5058	-0.13035 0.8967	-0.30466 0.7616	3.697647 <u>0.0005</u>
3	-0.30854 0.7587	0.887651 0.3782		6.492378 <u>&lt;.0001</u>	-0.14511 0.8851	0.368345 0.7139	0.0473 0.9624	5.863297 <u>&lt;.0001</u>
4	-3.96175 0.0002	-3.69432 0.0005	-6.49238 <u>&lt;.0001</u>		-3.40394 <u>0.0012</u>	-2.38524 <u>0.0201</u>	-1.95269 0.0554	0.408903 <u>0.6840</u>
5	-0.10024 0.9205	0.669225 0.5058	0.145106 0.8851	3.403938 0.0012		0.391396 0.6968	0.117877 0.9065	3.487872 <u>0.0009</u>
6	-0.50098 0.6182	0.130353 0.8967	-0.36834 0.7139	2.385242 0.0201	-0.3914 0.6968		-0.18059 0.8573	2.517415 <u>0.0144</u>
7	-0.19022 0.8498	0.304661 0.7616	-0.0473 0.9624	1.952688 0.0554	-0.11788 0.9065	0.180594 0.8573		2.076797 <u>0.0420</u>
8	-3.99686 0.0002	-3.69765 0.0005	-5.8633 <u>&lt;.0001</u>	-0.4089 0.6840	-3.48787 0.0009	-2.51741 0.0144	-2.0768 0.0420	

Cobertura

Para la cobertura pasó lo mismo con el tratamiento 4 y 8 que resultaron ser distintos a todos a excepción del tratamiento 4,7 y 8, en dichos tratamientos no hubo diferencia significativa (Cuadro 28).

Cuadro 28.- Medias de cuadrados mínimos de variable de cobertura.

Medias de cuadrados mínimos para el efecto trat t para H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr >  t								
Variable dependiente: rany								
i	1	2	3	4	5	6	7	8
1		-0.54625 0.5869	0.692091 0.4915	2.82399 <u>0.0064</u>	-0.8069 0.4228	-1.34418 0.1838	-0.14291 0.8868	2.63775 <u>0.0105</u>
2	0.546249 0.5869		1.689599 0.0961	4.219726 <u>&lt;.0001</u>	-0.39692 0.6928	-1.02485 0.3094	0.170809 0.8649	3.824704 <u>0.0003</u>
3	-0.69209 0.4915	-1.6896 0.0961		3.836021 <u>0.0003</u>	-1.62483 0.1093	-2.0972 0.0401	-0.52003 0.6049	3.186722 <u>0.0023</u>
4	-2.82399 0.0064	-4.21973 <u>&lt;.0001</u>	-3.83602 0.0003		-3.48709 <u>0.0009</u>	-3.65746 0.0005	-1.69339 0.0954	-0.00962 0.9924
5	0.806904 0.4228	0.396924 0.6928	1.624828 0.1093	3.487093 0.0009		-0.60009 0.5506	0.395346 0.6939	3.30206 <u>0.0016</u>
6	1.344176 0.1838	1.024853 0.3094	2.097204 0.0401	3.657463 0.0005	0.600093 0.5506		0.820018 0.4153	3.516764 <u>0.0008</u>
7	0.142909 0.8868	-0.17081 0.8649	0.520027 0.6049	1.69339 0.0954	-0.39535 0.6939	-0.82002 0.4153		1.655327 <u>0.1029</u>
8	-2.63775 0.0105	-3.8247 0.0003	-3.18672 0.0023	0.009624 0.9924	-3.30206 0.0016	-3.51676 0.0008	-1.65533 0.1029	

Fuste

En esta variable el tratamiento 3 fue distinto del tratamiento 2, el tratamiento 4 mostró diferencias entre todos los tratamientos a excepción de los tratamientos 7 y 8. El tratamiento 8 fue distinto de los tratamientos 1, 2,3 y 6 (Cuadro 29).

Cuadro 29.- Medias de cuadrados mínimos de variable de fuste.

Medias de cuadrados mínimos para el efecto trat t para H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr >  t								
Variable dependiente: rany								
j	1	2	3	4	5	6	7	8
1		0.643236 0.5224	-1.76695 0.0822	2.50318 <u>0.0150</u>	1.231703 0.2227	-0.38591 0.7009	0.298923 0.7660	3.529168 <u>0.0008</u>
2	-0.64324 0.5224		-3.19532 <u>0.0022</u>	2.19656 <u>0.0318</u>	0.778998 0.4389	-0.91967 0.3613	-0.06451 0.9488	3.40825 <u>0.0012</u>
3	1.766949 0.0822	3.195322 0.0022		7.392323 <u>&lt;.0001</u>	3.105082 <u>0.0029</u>	0.831957 0.4086	1.255185 0.2141	8.027941 <u>&lt;.0001</u>
4	-2.50318 0.0150	-2.19656 0.0318	-7.39232 <u>&lt;.0001</u>		-0.7398 0.4622	-2.31521 <u>0.0239</u>	-1.04029 0.3022	1.689008 0.0962
5	-1.2317 0.2227	-0.779 0.4389	-3.10508 0.0029	0.739797 0.4622		-1.39662 0.1675	-0.52526 0.6013	1.770056 0.0816
6	0.385908 0.7009	0.919669 0.3613	-0.83196 0.4086	2.315207 0.0239	1.396622 0.1675		0.545757 0.5872	3.140412 <u>0.0026</u>
7	-0.29892 0.7660	0.064509 0.9488	-1.25518 0.2141	1.040295 0.3022	0.525264 0.6013	-0.54576 0.5872		1.69488 0.0951
8	-3.52917 0.0008	-3.40825 0.0012	-8.02794 <u>&lt;.0001</u>	-1.68901 0.0962	-1.77006 0.0816	-3.14041 0.0026	-1.69488 0.0951	

## DAP

Para el diámetro a la altura del pecho se mostraron diferencias en los mismos tratamientos que en la Altura y Cobertura. Los tratamientos 4 y 8 fueron diferentes a los tratamientos 1, 2, 3, 5 y 6 (Cuadro 30).

Cuadro 30.- Medias de cuadrados mínimos de variable de DAP.

Medias de cuadrados mínimos para el efecto trat t para H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr >  t								
Variable dependiente: rany								
i	1	2	3	4	5	6	7	8
1		-0.55557 0.5805	0.390733 0.6973	3.469243 <u>0.0010</u>	-0.14573 0.8846	-0.59762 0.5523	0.149328 0.8818	3.648817 <u>0.0005</u>
2	0.555565 0.5805		1.321778 0.1911	5.02574 <u>&lt;.0001</u>	0.343324 0.7325	-0.2112 0.8334	0.4819 0.6316	5.041912 <u>&lt;.0001</u>
3	-0.39073 0.6973	-1.32178 0.1911		5.483106 <u>&lt;.0001</u>	-0.52715 0.6000	-0.993 0.3246	-0.04075 0.9676	5.200286 <u>&lt;.0001</u>
4	-3.46924 0.0010	-5.02574 <u>&lt;.0001</u>	-5.48311 <u>&lt;.0001</u>		-3.26277 <u>0.0018</u>	-3.28095 <u>0.0017</u>	-1.72861 0.0889	0.570192 0.5706
5	0.14573 0.8846	-0.34332 0.7325	0.527154 0.6000	3.262766 0.0018		-0.44503 0.6578	0.240978 0.8104	3.455953 <u>0.0010</u>
6	0.597625 0.5523	0.211203 0.8334	0.992997 0.3246	3.280951 0.0017	0.44503 0.6578		0.558902 0.5782	3.46693 <u>0.0010</u>
7	-0.14933 0.8818	-0.4819 0.6316	0.040754 0.9676	1.728607 0.0889	-0.24098 0.8104	-0.5589 0.5782		1.921759 0.0592
8	-3.64882 0.0005	-5.04191 <u>&lt;.0001</u>	-5.20029 <u>&lt;.0001</u>	-0.57019 0.5706	-3.45595 0.0010	-3.46693 0.0010	-1.92176 0.0592	

## EFC

En el caso del estado físico de la copa solo el tratamiento 3 (*C. lusitanica* en el sitio 3) fue distinto del tratamiento 2 (Cuadro 31).

Cuadro 31.- Medias de cuadrados mínimos de variable de EFC.

Medias de cuadrados mínimos para el efecto trat t para H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr >  t								
Variable dependiente: rany								
j	1	2	3	4	5	6	7	8
1		-0.7756 0.4409	1.117607 0.2680	0.435394 0.6648	0.118812 0.9058	-0.70728 0.4820	-1.09572 0.2774	0.327184 0.7446
2	0.775597 0.4409		2.569897 <u>0.0126</u>	1.597293 0.1153	0.835972 0.4064	-0.15764 0.8753	-0.6912 0.4920	1.354778 0.1804
3	-1.11761 0.2680	-2.5699 0.0126		-1.10391 0.2739	-0.83326 0.4079	-1.65319 0.1033	-1.79054 0.0782	-1.04696 0.2992
4	-0.43539 0.6648	-1.59729 0.1153	1.103909 0.2739		-0.24392 0.8081	-1.13917 0.2590	-1.42338 0.1596	-0.11478 0.9090
5	-0.11881 0.9058	-0.83597 0.4064	0.833258 0.4079	0.243915 0.8081		-0.77039 0.4440	-1.13951 0.2589	0.158803 0.8743
6	0.707283 0.4820	0.157641 0.8753	1.653194 0.1033	1.139169 0.2590	0.770393 0.4440		-0.50012 0.6188	1.035053 0.3047
7	1.095718 0.2774	0.691196 0.4920	1.790538 0.0782	1.42338 0.1596	1.139512 0.2589	0.500125 0.6188		1.348708 0.1823
8	-0.32718 0.7446	-1.35478 0.1804	1.046955 0.2992	0.114784 0.9090	-0.1588 0.8743	-1.03505 0.3047	-1.34871 0.1823	

## ESC

En el estado sanitario de la copa solo hubo diferencias del tratamiento 3 con los tratamientos 2 y 4 (Cuadro 32).

Cuadro 32.- Medias de cuadrados mínimos de variable de ESC.

Medias de cuadrados mínimos para el efecto trat  
t para H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr > |t|

Variable dependiente: rany

j	1	2	3	4	5	6	7	8
1		0	2.19045	-0.6794	-613E-18	-541E-18	0	0.767845
2	0	1.0000	0.0323	0.4994	1.0000	1.0000	1.0000	0.4455
3	1.0000	-2.77433	<u>2.774329</u>	-0.83523	-679E-18	-584E-18	0	0.915597
4	-2.19045	0.0323	<u>0.0073</u>	0.4068	1.0000	1.0000	1.0000	0.3634
5	0.679396	0.4994	4.875601	<u>-4.8756</u>	-1.9264	-1.59806	-1.14868	-1.85262
6	1.0000	0.835233	0.0073	0.0586	0.0586	0.1151	0.2551	0.0687
7	0.679396	0.4068	<.0001	0.604497	0.604497	0.6133	0.7125	0.0498
8	6.13E-16	6.79E-16	1.926397	-0.6045	0	4.06E-16	0.692126	0.4914
1	1.0000	1.0000	0.0586	0.5477	1.0000	1.0000	0.4914	0.590247
2	5.41E-16	5.84E-16	1.598065	-0.50788	0	3.82E-16	0.5572	0.5572
3	1.0000	1.0000	0.1151	0.6133	1.0000	1.0000	1.0000	0.437739
4	0	0	1.148682	-0.37018	-406E-18	-382E-18	0.43774	0.6631
5	1.0000	1.0000	0.2551	0.7125	1.0000	1.0000	0.6631	
6	-0.76785	-0.9156	1.852623	-2.00109	-0.69213	-0.59025	-0.43774	
7	0.4455	0.3634	0.0687	0.0498	0.4914	0.5572	0.6631	

## EFT

Para el estado físico del tronco, el tratamiento 4 mostró diferencias entre los tratamientos 2, 3, 5 y 7. También el tratamiento 8 fue distinto entre los mismos tratamientos que el tratamiento 4 (Cuadro 33).

Cuadro 33.- Medias de cuadrados mínimos de variable de EFT.

Medias de cuadrados mínimos para el efecto trat  
t para H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr > |t|

Variable dependiente: rany

j	1	2	3	4	5	6	7	8
1		1.798475	1.373468	-1.07864	1.324545	0.700883	1.628706	-1.01008
2	-1.79848	0.0770	0.1746	0.2849	0.1902	0.4860	0.1084	0.3164
3	0.0770	-0.93724	-0.93724	-3.78871	-0.16754	-0.64889	0.648892	-3.44127
4	-1.37347	0.937241	0.3523	<u>0.0003</u>	0.8675	0.5188	0.5188	<u>0.0010</u>
5	0.1746	0.3523	-4.21189	<u>-4.21189</u>	0.460153	-0.17178	1.07009	<u>-3.51064</u>
6	1.078637	3.788713	4.211887	<.0001	0.6470	0.8642	0.2887	<u>0.0008</u>
7	0.2849	0.0003	<.0001	2.559265	0.0129	1.612659	2.350835	<u>1.17E-15</u>
8	-1.32455	0.167543	-0.46015	-2.55926	<u>0.0129</u>	0.1119	<u>0.0219</u>	1.0000
1	1.0000	0.8675	-0.46015	-2.55926	-0.44328	0.700883	0.4860	-2.42793
2	0.1902	0.8675	0.6470	0.0129	0.6591	0.4860	0.4860	<u>0.0181</u>
3	-0.70088	0.648892	0.171776	-1.61266	0.443278	0.991199	0.991199	-1.55291
4	0.4860	0.5188	0.8642	0.1119	0.6591	0.3254	0.3254	0.1255
5	-1.62871	-0.64889	-1.07009	-2.35083	-0.70088	-0.9912	-0.9912	-2.30334
6	0.1084	0.5188	0.2887	0.0219	0.4860	0.3254	0.3254	<u>0.0246</u>
7	1.010081	3.44127	3.510645	-117E-17	2.427932	1.55291	2.303338	
8	0.3164	0.0010	0.0008	1.0000	0.0181	0.1255	0.0246	

## EST

En el estado sanitario del tronco el tratamiento 2 fue diferente del tratamiento 7 y 3, el tratamiento 3 fue muy diferente de los tratamientos 2, 4 y 8. El tratamiento 4 fue distinto de los tratamientos 3, 6 y 7 y por último el tratamiento 8 fue distinto de los tratamientos 3, 6 y 7 (Cuadro 34).

Cuadro 34.- Medias de cuadrados mínimos de variable de EST.

Medias de cuadrados mínimos para el efecto trat  
t para H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr > |t|

Variable dependiente: rany

j	1	2	3	4	5	6	7	8
1		-0.2489 0.8043	1.838979 0.0707	-1.4231 0.1597	0.476601 0.6353	1.260968 0.2120	2.124026 0.0377	-1.41342 0.1625
2	0.248897 0.8043		2.699625 0.0089	-1.40871 0.1639	0.753573 0.4540	1.556573 0.1247	2.367288 0.0211	-1.37583 0.1738
3	-1.83898 0.0707	-2.69963 0.0089		-5.60205 0.1639	-1.01709 0.3131	0.15207 0.8796	1.37045 0.1755	-4.79656 0.1738
4	1.423099 0.1597	1.408706 0.1639	5.602055 0.0001		1.841762 0.0703	2.514508 0.0145	3.074718 0.0031	-0.11511 0.9087
5	-0.4766 0.6353	-0.75357 0.4540	1.017093 0.3131	-1.84176 0.0703		0.797506 0.4282	1.741337 0.0866	-1.82005 0.0736
6	-1.26097 0.2120	-1.55657 0.1247	-0.15207 0.8796	-2.51451 0.0145	-0.79751 0.4282		1.047322 0.2990	-2.48343 0.0157
7	-2.12403 0.0377	-2.36729 0.0211	-1.37045 0.1755	-3.07472 0.0031	-1.74134 0.0866	-1.04732 0.2990		-3.05864 0.0033
8	1.413416 0.1625	1.375829 0.1738	4.79656 0.0001	0.11511 0.9087	1.820051 0.0736	2.483431 0.0157	3.05864 0.0033	

## ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Clima

#### Temperatura

Los valores obtenidos en los cuatro sitios son muy similares, sin embargo en el mes de enero se registró la mayor temperatura en particular en el sitio 4 alcanzando los 27°C. Esto puede ser debido a la ubicación de dicho sitio ya que está más expuesto a la radiación solar debido a que no hay edificios grandes a los alrededores que protejan este sitio y el tamaño de los árboles no es tan grande en comparación con los otros sitios. Esto concuerda con lo que reporta Ballester Olmos (1991), quien afirma que la vegetación influye directamente sobre la temperatura de la ciudad, amortiguando los rigores estivales y disminuyendo la intensidad del calor en algunas zonas de las

ciudades. Esto se debe entre algunas otras razones a que la vegetación incrementa la humedad ambiental por la propia transpiración y el riego de los suelos con vegetación, con el consiguiente el alivio térmico. Chaves en 1990 reporta que las especies de este estudio requiere sitios templados o fríos, algo húmedos con temperaturas superiores a 12 °C, lo que indica que las especies se encuentran con una temperatura apropiada la mayor parte del año.

### Humedad del aire

A lo largo del año, no hubo una predominancia de o patrón que mostrara que en alguno de los cuatro sitios era el que tenía mayor o menor porcentaje de humedad en el aire, sin embargo, si se observó un claro aumento de la humedad en los cuatro sitios en los meses de junio, julio y octubre con 56%, 51% y 52% de humedad del aire respectivamente y un descenso en enero y febrero de 25% y 31% respectivamente. Lo que concuerda con las estaciones del año ( verano e invierno), a excepción de octubre sin embargo en este mes en el año 2013 se presentaron algunas lluvias y esa puede ser la causa de dicho incremento en el porcentaje de la humedad. El hecho de que no haya un patrón en la humedad del aire en los cuatro sitios es debido como lo menciona Rodríguez y colaboradores (2004) a que esta variable no es constante y depende de diversos factores como el hecho de que se hayan presentado precipitaciones recientemente, la cercanía con el mar, la cantidad y el tipo de vegetación.

### Velocidad del viento

En el caso del viento, el sitio 3 fue el que siempre predominó con mayor velocidad de viento a lo largo del año, siendo los meses de marzo y abril los más altos con velocidades de 1.7 y 1.75 metros sobre segundo respectivamente, octubre y noviembre los que presentaron valores más bajos

con 0.2 y 0.26 m/s respectivamente. La temperatura y la humedad del aire están muy relacionadas con esta variable, pero está más relacionada con la ubicación de los sitios, puesto que los edificios y el tamaño de los árboles determinan las corrientes de viento que se pueden formar. Tal como lo menciona también Priego (2002) que dice que las edificaciones que se elevan a veces en plazas abiertas suelen ser barridas por el viento y resultan en los climas fríos, o quedan aplastados por el sol en los climas cálidos si es que hay explanadas grandes sin ningún árbol que dé sombra. Los árboles actúan como corta vientos que reducen los requerimientos de calefacción en invierno y aportan sombra en los meses de verano, reduciendo con ello el uso de los aires acondicionados.

## **Suelo**

### Sitio 1

Este sitio tiene una buena textura ya que no es totalmente arenosa como para no retener agua, ni tan arcillosa como para no drenar el agua, a mayor profundidad la textura se vuelve franco arenosa, esto se debe a la roca madre, en este caso en la facultad gran parte del suelo está formado de manera artificial ya que fue rellenado con material de construcción. Chaves *et al.* en 1990 que reporta que *C.lusitanica* y *C. benthamii* requieren suelos franco arenosos, franco arcillosos lo que significa que en efecto es la textura adecuada para las especies de este estudio. En cuanto a la capacidad de intercambio catiónico como la materia orgánica fueron altas en ambas profundidades, lo que significa que las especies disponen de una buena cantidad de nutrientes para su óptimo desarrollo. Esto con cuerda con lo que reporta la FAO en el 2000 sobre la materia orgánica que incrementa la retención de los nutrimentos del suelo disponibles para las plantas debido a su capacidad de intercambio de cationes. Así mismo Chaves (1990) también reporta que *Cupressus lusitanica* y *benthamii* se desarrollan bien en suelos ricos en materia orgánica. Para el calcio y magnesio que constituyen la fracción más importante del complejo de cambio catiónico, lo que tiene sentido puesto

que en este mismo sitio el porcentaje de dichos elementos fue medio en ambas profundidades, de acuerdo con Muñoz y colaboradores (2005) estos elementos son esenciales para el desarrollo de los árboles lo que significa que al menos en este sitio, los individuos pueden desarrollarse de manera adecuada.

En este sitio la densidad fue baja en ambas profundidades y la porosidad fue media y alta a menor y mayor profundidad. Lo que tiene sentido debido al tránsito de personas que circulan por las áreas verdes tienen mayor contacto con el suelo a menor profundidad compactando el mismo. Esta porosidad es demasiado alta como para retener agua, según Rucks y colaboradores en el 2004 esto indica que el suelo no retiene mucha agua, y por lo tanto está relacionado con el drenaje y la aireación del suelo, constituyendo además, el espacio en el que se desarrollan las raíces.

#### Sitios 2, 3 y 4

Para los otros 3 sitios las texturas en este sitio fueron distintas al primero con una textura franco arenoso en los primeros 15 cm de muestra, mientras que a los 30 cm la textura es franco arenoso arcilloso. Estos suelos tienen una buena porción de arenas y arcillas para dicha especie, así mismo lo dice Chaves *et al.*, (1990) argumentando que *C. lusitanica* y *C. benthamii* se desarrollan adecuadamente en suelos franco arenosos y franco arcillosos.

La capacidad de intercambio catiónico fue alta en 15 cm y media en los 30 cm. El suelo mostró ser rico en materia orgánica igualmente en 15 y 30 cm. Tal como se mencionó antes en cuanto a materia orgánica y C.I.C. es un buen suelo para las especies de este estudio de acuerdo con el trabajo de Chaves *et al.* (1990). La densidad fue baja y la porosidad fue alta en ambas profundidades, lo cual nos indica que el suelo puede no estar reteniendo el agua necesaria para las especies. Los valores de calcio y magnesio fueron bajos en ambas profundidades, como ya se mencionó, estos son elementos que son esenciales para el desarrollo de las especies de este estudio, por lo

que puede ser que dichos individuos se encuentren desnutridos por la falta de estos elementos.

#### Diagnóstico físico y sanitario

##### Sitio 1

###### *Cupressus lusitanica*

El estado sanitario de la copa (ESC) fue regular en todos los árboles debido a la presencia de patógenos y plagas. En cuanto al estado físico del tronco (EFT) el 75% fue bueno y el otro 25% fue regular ya que se presentaron daños mecánicos en el tronco y para el estado sanitario del tronco (EST) un 50% fue bueno y el otro 50% fue regular debido al ataque de patógeno y plagas.

###### *Cupressus benthamii*

Para los 3 árboles de la especie *C. benthamii* el EFC fue regular en un 33.33% de los individuos, otro 33.33% fue malo y el 33.33% restante fue pésimo lo que significa que todos los individuos presentaron alguna especie de daño mecánico. El ESC fue regular en todos los árboles indicando que todos estaban afectados por algún patógeno o plaga en un no mayor al 25% de esta parte del árbol. En cuanto al EFT el 33.33% fue bueno, sin presentar daño mecánico alguno y el otro 66.66% fue regular con un leve daño mecánico en el tronco y para el EST un 33.33% fue bueno y el otro 66.66% fue regular, de la misma manera que el daño mecánico se presenta un ataque por algún patógeno y/o plaga.

##### Sitio 2

###### *Cupressus lusitanica*

Para los 7 árboles de la especie *C. lusitanica* el EFC fue regular en un 57.14% de los individuos, otro 28.57% fue malo y el 14.28% restante fue pésimo lo que

nos indica que todos los árboles están afectados por algún daño mecánico, pero solo una pequeña porción de estos está afectada de manera grave. El ESC fue regular en todos los árboles indicando que todos tienen ataque de plagas y/o patógenos en un porcentaje no mayor al 25% de esta parte del árbol. En cuanto al EFT el 28.57% fue bueno y el otro 71.42% fue regular presentando un leve daño mecánico en la mayoría de los individuos y para el EST un 28.57% fue bueno y el otro 71.42% fue regular, indicando que la mayoría de los árboles están siendo atacados por patógenos en un porcentaje menor al 25%.

### *Cupressus benthamii*

Para los 2 árboles de la especie *C. benthamii* en este sitio el EFC fue regular en un 50% de los individuos y el otro 50% fue malo lo que indica que todos los árboles de esta especie tienen un daño mecánico en este sitio en la copa. El ESC fue regular en ambos los árboles, nos habla de un ataque biótico en esta especie. En cuanto al EFT el 50% fue bueno y el otro 50% fue regular lo que indica que solo en un árbol hubo daño mecánico en menos del 25% del tronco y para el EST fue regular en ambos individuos con ataques de plagas y/o patógenos en menos del 25% del tronco.

### Sitio 3

### *Cupressus lusitanica*

Para los 29 árboles de la especie *C. lusitanica* en este sitio el EFC fue regular en un 10.34% de los individuos, un 41.37% fue malo y el otro 48.27% fue pésimo lo que se debe a que todas las copas de estos individuos tenían crecimiento suprimido debido a la densidad de árboles en esta área impidiendo el desarrollo oportuno de las mismas. El ESC fue regular en un 44.82%, un 51.72% malo y un 3.44% fue pésimo lo que indica que todos los individuos presentaron un ataque de patógenos y plagas en esta parte del árbol. En

cuanto al EFT el 44.82% fue bueno y el otro 55.17% fue regular en esta área un aproximado de la mitad de los individuos presentaron daños mecánicos en no más del 25% y para el EST fue bueno en un 17.24% de los individuos, un 62.06% regular y un 20.68% fue malo lo que indica que solo un pequeño porcentaje de los individuos no presentaron daños por alguna plaga o patógeno, dichos individuos fueron los que se encontraban en un espacio más abierto para poder desarrollarse sin interrupciones de crecimiento.

#### *Cupressus benthamii*

El único árbol de la especie *C. benthamii* el EFC, ESC, EFT resultó regular y en cuanto a el EST fue malo. Lo que indica que en general el árbol estaba afectado en todos los aspectos, sin embargo, debido a que solo se encontró un ejemplar de esta especie en este sitio, es imposible determinar aun si esta especie es más vulnerable que *C. lusitanica* en este sitio.

#### Sitio 4

#### *Cupressus lusitanica*

Para los 15 árboles de la especie *C. lusitanica* en este sitio el EFC fue bueno en un 6.66% de los individuos, un 20% fue regular, 33.33% malo y el otro 40% fue pésimo, lo que nos muestra que la mayor parte de los individuos fueron afectados severamente en la copa, esto se debe a las podas incorrectas en este sitio. El ESC fue bueno en un 40%, un 46.66% regular y un 13.33% resultó malo, lo que muestra que más de la mitad de los individuos fueron atacados por algún patógeno o plaga. En cuanto al EFT el 100% de los individuos fue bueno debido a que no presentaron ningún daño mecánico en el tronco y para el EST fue bueno en un 86.66% de los individuos y el 13.33% restante fue regular al igual que el estado físico, en el estado sanitario solo un pequeño porcentaje de los árboles presentó ataque por plagas.

### *Cupressus benthamii*

Para los 9 árboles de la especie *C. benthamii* en el sitio 4 el EFC fue regular en un 11.11% de los individuos, otro 66.66% fue malo y el 22.22% restante fue pésimo debido a que se presentaron los mismos daños por podas inapropiadas para estas especies. El ESC fue regular en un 77.7% de los árboles. En cuanto al EFT fue bueno en un 100% y para el EST resultó bueno en un 88.88% y el otro 11.11% fue regular de igual manera la mayoría de los árboles no se vio afectado ni por plagas ni por daños mecánicos en lo que respecta al tronco.

Como se puede observar en el diagnóstico de las dos especies, tanto en el estado físico como el sanitario los resultados son similares entre las especies de cada sitio y se puede observar que las afectaciones físicas van relacionadas con el estado sanitario ya que el porcentaje de afectación es similar, resultados similares reporta Benavides en el 2009 en un estudio sobre el estado fitosanitario de los árboles de la segunda sección del bosque de Chapultepec que 50 individuos de *C. benthamii* y 51 individuos de *C. lusitanica* fueron afectados de igual manera por factores tanto bióticos como abióticos, demostrando que los factores bióticos y abióticos van ligados y afectan de la misma manera a ambas especies.

Los daños mecánicos propician a que estas especies se vean afectadas por factores bióticos como los que reporta Arguedas (2008) en Costa Rica con 28 agentes causales que provocan daños en ciprés, de los cuales 14 son insectos (50%), 11 patógenos (39%) y 3 vertebrados (11%). El 32% de los daños se reportan en el follaje, el 21% en fuste y el 14% en ramillas, por lo que es vital proteger a las especies de estos daños mecánicos para no dejar vulnerables a las especies.

El daño por poda fue uno de los más notables en estado físico de las especies tal como Orozco (1990) recomienda mucho cuidado con la poda de estas especies, pues son muy sensibles al contagio de enfermedades y es necesario cuidar la estructura de la copa y realizar las podas solo cuando sean

verdaderamente necesarias. Es por eso que es necesario tener personal capacitado con conocimientos necesarios que se adecuen al tratamiento que cada especie necesita.

### Plagas

El áfido *Cinara fresai* no se encontró en ningún ejemplar de la especie de *C. benthamii* sin embargo se sabe que si ataca a dicha especie, pero probablemente esto se deba a que solo fue encontrado en los árboles que presentaban cavidades y dicha especie no presentó daño mecánico de ese tipo. Lo que concuerda con lo que reporta Blackman y Eastop (1994) señalan que este áfido se encuentra regularmente en cavidades de ramas y tronco de varias especies de *Cupressus*.

*Cladosporium* spp. y *Alternaria* spp. suelen encontrarse como hongos saprobios en estas especies, sin embargo *Phoma* es un patógeno que suele dañar a los árboles ya debilitados penetrando en las heridas de los mismos, algunas veces con ayuda de insectos masticadores. Este hongo fue encontrado en los cuatro sitios y en ambas especies, pero se encontró solamente en árboles con condición muy deteriorados, lo que concuerda con lo que Pérez en el 2010 reporta que los cipreses son atacados por hongos patógenos y penetran las heridas naturales o inducidas en la corteza y afectan el cambium. Estos hongos ya han sido registrados antes atacando a estas especies en un estudio realizado por Romero y Cibrián (2006). De igual forma Flores (2001) reporta que la presencia de los géneros de los micromycetes *Alternaria* y *Phoma* sp están relacionados con manchas y clorosis foliar, pero en su estudio donde observaron 8 especies angiospermas no se observaron daños severos, indicando que probablemente no están participando como parásitos sino que están fungiendo únicamente como saprobios. Lo que concuerda con este estudio solamente para el hongo de *Alternaria*, puesto que en el caso de *Phoma* si se encontraron afectaciones más graves en tronco y follaje.

## Relación de factores abióticos con el estado físico y sanitario de los árboles (Método Kruskal-Wallis)

### Altura

Para la variable de la altura de los árboles, *C. lusitanica* en el sitio 4, resultó ser muy distinto de todos los sitios a excepción del tratamiento 7 que es *C. benthamii* en el sitio 3. *C. benthamii* en el sitio 4 fue distinto de todos los demás tratamientos. Esto se debe a la poda que realizaron en las especies de dicho sitio, ya que han sido podados como setos.

### Cobertura

Para la cobertura pasó lo mismo con el tratamiento 4 y 8 que resultaron ser distintos a todos a excepción del tratamiento 4,7 y 8, en dichos tratamientos no hubo diferencia significativa. Esto se debe a la misma situación de las podas realizadas por personal poco capacitado ya que les fue quitada toda la estructura de las copas a los individuos de este sitio ocasionando dichas diferencias con los demás sitios.

### Fuste

En esta variable el tratamiento 3 fue distinto del tratamiento 2 los cuales se refieren a *C. lusitanica* en los sitios 2 y 3 lo que probablemente se deba a que en el sitio 2 los árboles tienen suficiente espacio para desarrollarse a diferencia del sitio 3 donde los árboles se encuentran en competencia por luz todo el tiempo debido a la densidad de individuos, el tratamiento 4 mostró diferencias entre todos los tratamientos a excepción de los tratamientos 7 y 8 lo que tiene sentido puesto que aunque son especies distintas, estas obtuvieron el mismo tratamiento de poda en el sitio 4 por lo que son similares las medidas a excepción de los otros sitios. El tratamiento 8 fue distinto de los tratamientos 1, 2,3 y 6, ya que los *C. benthamii* del sitio 4 fueron podados de manera

inapropiada lo cual impidió un desarrollo óptimo en cuanto a esta variable a diferencia de los otros sitios.

#### DAP

Para el diámetro a la altura del pecho se mostraron diferencias en los mismos tratamientos que en la Altura y Cobertura. Los tratamientos 4 y 8 fueron diferentes a los tratamientos 1, 2, 3, 5 y 6, esto se debe a que los individuos de este estudio han sido podados constantemente y no se permite un desarrollo adecuado de las especies.

#### EFC

En el caso del estado físico de la copa solo el tratamiento 3 (*C. lusitánica* en el sitio 3) fue distinto del tratamiento 2, esto concuerda con la variable de la cobertura y esto se debe al crecimiento suprimido de la copa en el sitio 3.

#### ESC

En el estado sanitario de la copa solo hubo diferencias del tratamiento 3 con los tratamientos 2 y 4, estas diferencias se deben probablemente a que en el sitio 3 *C. lusitánica* fue atacado de manera más severa por plagas y patógenos a diferencia de *C. lusitánica* en los sitios 2 y 4.

#### EFT

Para el estado físico del tronco, el tratamiento 4 mostró diferencias entre los tratamientos 2, 3, 5 y 7. También el tratamiento 8 fue distinto entre los mismos tratamientos que el tratamiento 4. Esto se debe probablemente a que

*C. lusitanica* y *C. benthamii* en el sitio 4 presentaron muy pocos daños mecánicos.

## EST

En el estado sanitario del tronco el tratamiento 2 fue diferente del tratamiento 7 y 3 lo cual se debe a que los troncos de *C. lusitanica* sitio 2 tuvo menos afectaciones por agentes abióticos que el sitio 3. El tratamiento 3 fue muy diferente de los tratamientos 2, 4 y 8 ya que *C. lusitanica* y *C. benthamii* no presentaron afectaciones por plagas o patógenos en su tronco.

Lo que el análisis de Kruskal-Wallis está mostrando es que las diferencias dasonómicas y de estado físico-sanitario de ambas especies es debido al sitio en que se encuentran y al trato proporcionado a las mismas en cada sitio. Para que el estado físico y sanitario de estas especies fuera mejor, se tendría que haber adoptado un tratamiento adecuado, tal como lo mencionan Rojas y Torres (1988), quienes dicen que la poda de formación es una labor prioritaria para dar forma adecuada a la copa, esta actividad se comienza cuando los individuos alcanzan 50 cm de altura y se prolonga durante todo el periodo de desarrollo, con una frecuencia trimestral, de ser aplicadas estas podas, estos árboles no tendrían la condición que mostraron.

Martínez (1989) menciona que la distancia de plantación entre los arboles debe ser de 2,5 metros entre cada árbol, en el sitio 3 donde la densidad de estas especies es alta, la distancia entre cada árbol es mucho menor a 2,5 metros, de lo contrario no presentarían crecimiento suprimido en la copa sin mencionar la cercanía con la guarnición. Debido a que no se tienen los conocimientos sobre el tratamiento que necesitan estas especies en estos sitios, a continuación se mencionan algunas recomendaciones para un mejor manejo de las mismas.

## RECOMENDACIONES

A continuación se mencionan recomendaciones generales para las áreas verdes propuestas por Nilsson (1998) y posteriormente se presentan recomendaciones específicas para cada sitio:

- Llevar a cabo correctamente los trabajos de poda de árboles, los beneficios de los árboles grandes son mucho más importantes que los de los pequeños.
- Capacitación de los responsables de mantenimiento. Los métodos orientados ambientalmente demandan mayor conocimiento de las relaciones ecológicas y fisiológicas.
- Selección de material vegetal adaptado a condiciones de crecimiento urbano, resistente a plagas y enfermedades y que preserve y mejore la diversidad genética.
- Control de hierbas sin sustancias químicas.
- Generación de composta para mejoramiento del suelo, para reforzar lo establecido en la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal.
- Una adecuada selección de especies. Es necesaria la identificación y selección de plantas utilizadas en el enverdecimiento urbano. Las condiciones del sitio, deben ser caracterizadas primeramente y después compararse para ver si reúnen los requisitos y tolerancias de las plantas apropiadas. Se trata de seleccionar el árbol adecuado para el lugar adecuado.

### Sitio 1

El arbolado de este sitio presentó muchos daños mecánicos tanto en tronco como en la copa por lo que es necesario aplicar podas de limpieza y balanceo en aquellos árboles que aun sean rescatables, agregar fertilizantes al suelo para un mejor aprovechamiento de nutrientes, controlar el riego y tráfico de peatones en el suelo de este sitio, derribar árboles en mal estado ya que representan un riesgo para las personas, aplicar tratamiento para los individuos que se encuentren con patógenos.

### Sitio 2

Realizar podas de limpieza y balanceo en aquellos árboles cuya situación no sea tan deplorable, derribar árboles en mal estado y plantar árboles juveniles en un sitio donde se puedan desarrollar sin interrupciones y con un monitoreo y seguimiento para asegurar que el árbol crezca sano, controlar el riego y el paso de peatones para evitar la compactación del suelo, aplicar tratamiento para combatir patógenos y áfidos.

### Sitio 3

Realizar podas adecuadas de limpieza y balanceo de copa, derribar árboles en mal estado para que los otros árboles recuperen la estructura original de su copa. Controlar el riego y el paso de peatones para evitar la compactación del suelo, aplicar tratamiento adecuado para combatir los hongos patógenos y áfidos.

### Sitio 4

Realizar podas de balanceo y limpieza para retirar ramas secas y tratar de recuperar la estructura original de la copa en aquellos árboles donde aún sea posible hacerlo. Derribar árboles en mal estado para permitir que los otros árboles se puedan desarrollar de manera correcta y evitar la competencia por luz y nutrientes, controlar el riego y el paso de peatones para evitar la compactación del suelo, así como aplicar fertilizantes apropiados.

## **CONCLUSIONES**

- La temperatura fue apropiada para estas especies en todos los sitios, a excepción de una temporada entre los meses de enero y marzo donde en el sitio 4 la temperatura llegó a los 27°C. La humedad del aire que fue más alta en junio-julio con 57% es tolerable para *Cupressus lusitanica* y *benthamii*. En cuanto a la velocidad del viento, se observaron bajas velocidades (0.2 m/s) en el sitio 4, lo cual no representa ningún riesgo para las especies a diferencia de las

velocidades más altas (1.7 m/s) en los sitios 1 y 3 lo que representa un riesgo para las personas ya que los árboles pueden desplomarse con las fuertes ráfagas de viento.

- Edafológicamente los 4 sitios fueron franco arenosos-arcillosos facilitando el drenaje pero impidiendo la absorción óptima de agua. La capacidad de intercambio catiónico y materia orgánica alta facilita la obtención de nutrientes para el árbol. Los valores de densidad y porosidad indican que hay poca compactación pero el anclaje de los árboles puede no ser muy bueno y es probable que las especies no estén aprovechando los elementos de calcio y magnesio.
- En el diagnóstico fitosanitario todos los individuos presentaron daño mecánico y/o sanitario, siendo el sitio 3 con mayor afectación por patógenos en la copa y el sitio 4 fue el que exhibió mayor daño mecánico en su copa.
- En los 4 sitios se halló la presencia del hongo patógeno *Phoma* y afectando a ambas especies (*C. lusitanica* y *benthamii*), sin embargo, este hongo solo afectó a aquellos arboles cuya condición fitosanitaria era más deplorable. El áfido *Cinara fresai* atacó solo aquellos individuos que demostraron cavidades sin importar la especie. El sitio 4 fue el único que no fue atacado por dicho áfido.
- Con el método de Kruskal-Wallis, utilizando un alfa de 0.05, se logró identificar que el estado general de los árboles (sin importar la especie) era significativamente diferente en los sitios 4 y 3 respecto a los otros sitios. Esto está ligado al manejo y mantenimiento de dichas áreas.
- En los 4 sitios es necesario realizar podas de limpieza y balanceo de copa para un mejor desarrollo de los cedros, así como realizar derribos de aquellos individuos cuya condición es irreparable. Se recomienda aplicar fertilizantes y controlar el riego de estos sitios, así como reducir el paso de peatones por dichas áreas para evitar la compactación de los suelos. Por último es necesario aplicar tratamiento en todos los sitios para combatir el hongo *Phoma*.

- Se requieren más trabajos de este tipo, ya que son muy pocos, o nulos los que se han realizado en la relación de factores abióticos para el establecimiento de plagas en arbolado urbano. Es importante ya que necesitamos de los servicios que nos proveen y más si estamos constantemente confinados en las ciudades, dichos servicios son vitales para mitigar un poco el daño que le hacemos a la naturaleza.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anaya, G. (1992). Diagnóstico de las áreas verdes urbanas del Distrito Federal y determinación de índices. Delegación Álvaro Obregón. En: Memoria de la IV Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. Publicación especial No. 1. SARH-INIFAP. México. pp .71-75.
- Anaya, G. (1992). Diagnóstico de las áreas verdes urbanas del Distrito Federal y determinación de índices. Delegación Magdalena Contreras. En: Memoria de la IV Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. Publicación especial No. 1. SARH-INIFAP. México. pp. 76-93.
- Argueda, M. (2008). Problemas fitosanitarios del ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill) en Costa Rica. Kurú: Revista Forestal (Costa Rica), 5 (13), pp.2-3.
- Benavides, H. y Villalón, R. (1992). Algunos aspectos del arbolado de alineación de la delegación Venustiano Carranza, D.F. En: Memoria de la Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. SARH-D.F. México. pp. 3-10.
- Benavides, H. y Segura, C. (1996). Situación del arbolado de alineación de la Ciudad de México: Delegaciones Iztacalco e Iztapalapa, Distrito Federal. *Ciencia Forestal*, 21, pp.121-164.
- Benavides, H. (2009). Condiciones de salud del arbolado de la 2ª Sección del Bosque de Chapultepec. En línea 20/10/2015: [[http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/salud\\_arbolado.pdf](http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/salud_arbolado.pdf)]
- Blackman, R. y Eastop, V. (1994). Aphids on the World's Trees: An identification and Information Guide. Michigan. CAB International. pp. 287-289.

- 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.pp.3-4.
- Calderón, G. y Rzedowski, J. (2001). *Flora Fanerogámica del Valle de México*. Patzcuaro, Michoacán: Instituto de Ecología, A.C. pp.52-53.
- Chaves, E., & Fonseca, W. (1990). Ciprés (*Cupressus lusitanica*) especie de árbol de uso múltiple en América Central. Costa Rica: CATIE. pp. 4-11.
- Cibrián, D. (1995). *Insectos Forestales de México*. Universidad Autónoma Chapingo, Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. Chapingo, Estado de México, México. pp. 25-29.
- Cibrián, D., Alvarado, D. & García, S. (2007). *Enfermedades Forestales en México* Universidad Autónoma de Chapingo, Comisión Nacional Forestal. Chapingo, Estado de México, México. 578 p.
- Coscollá, R. (1980). Incidencia de los factores climatológicos en la evolución de las plagas y enfermedades de las plantas. *Boletín de sanidad vegetal*. pp.123-139.
- Duque, R., Arbeláez, P., Jaramillo, F. y León, D. (2004). Hidrofobicidad en andisoles bajo roble (Quercus humboldtii) y plantaciones forestales (Pinus patula y Cupressus lusitanica) en la cuenca de la quebrada Piedras Blancas (Medellín –Antioquia)Medellín. pp. 2423-2434.
- Flores, I. & Romero, J. (2001). Diagnostico fitosanitario del arbolado en pie de ocho especies de angiospermas, en el vivero de Coyoacan, Tesis Profesional. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, México. p.167.
- Gallegos, L. (2005). Descripción y manejo de plagas y enfermedades en el arbolado urbano de la Comuna de La Reina, Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, México. p. 1.

- Gómez, F. (2005). Las zonas verdes como factor de calidad de vida en las ciudades. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, 144, p.430.
- Gudiño, L., Camacho, A., Gudiño, L. & Vázquez, S. (2005). Monitoreo del Psílido del Eucalipto en la zona Metropolitana de la Ciudad de México. *Entomología Mexicana*, 4, pp. 712-715.
- López, R. 1994. El medio ambiente del bosque urbano. Curso de Dasonomía Urbana, Memorias. Monterrey, N.L. México. p.9.
- López, R., Flores J. & Caldera F. (1998). Apuntes de Dasonomía Urbana. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales, Linares Nuevo León.
- Martínez, L. (1989). Estudio descriptivo de los árboles más comunes en la Ciudad de México. Tesis Profesional. Carrera de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. 268 p.
- Martínez, H. (1989). El componente forestal de fincas de pequeños agricultores. CATIE. Serie Técnica. Boletín Técnico No. 19. 60 p.
- Martínez, L. & Chacalo, A. (1994). *Los árboles de la ciudad de México*. UAM. México.
- Martínez, L. & Tenorio, L. (2008). *Árboles y áreas verdes urbanas de la Ciudad de México y su zona metropolitana*. Fundación Xochitla, A. C. México. pp.145-149.
- Meza, M. y Moncada, O. (2010). Las áreas verdes de la ciudad de México. Un reto actual. *Scripta Nova*, 14. p. 331.
- Muñoz, D., Mendoza, A., López, F., Soler, A. & Hernandez, M. (2005). *Edafología. Manual de Métodos de Análisis de suelos*. UNAM-Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Tlalnepantla, México.

- Nansen, C., Trostle, C., Angadi, S., Porter, P. & Martini, X. (2012). Abiotic Factors Affecting Canola Establishment and Insect Pest Dynamics. *International Journal of Agronomy*, pp. 9.
- Nilsson, K. & Randrup, T. (1997). Silvicultura urbana y periurbana [en línea]. Ponencia en el XI Congreso Mundial de Bosques. En línea: 28/10/2015: [[http://www.fao.org/forestry/foda/wforcong/publi/PDF/V1S\\_T3.PDF](http://www.fao.org/forestry/foda/wforcong/publi/PDF/V1S_T3.PDF)]
- O'Brien, J., Bedker, P. & Manfred, M. (1992). Urban Tree Risk Management: A Community Guide to Program Design and Implementation. U.S. Department of Agriculture. 204 p.
- Olmos, B. (1991). El medio Ambiente Urbano y la Vegetación. Estudio de vegetación de la ciudad de Valencia. Edit. Generalitat Valenciana. Conselleria D'Agricultura i Pesca. 156p.
- Orozco, B. & Monreal, J. (1990). Estado Fitosanitario de los Parques y Jardines de Albacete. Centro de Estudios de Castilla. España. pp. 198-199.
- Ortiz, O. A. (2013). Entomofauna filófaga asociada a seis especies arbóreas del Parque Naucalli, Naucalpan de Juárez Estado de México, Tesis Profesional. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, México. p. 1.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R. & Anthony, S. (2009). Agroforestry Database: World Agroforestry Centre, Kenya. En línea 17/08/2015: [<http://www.worldagroforestry.org/resources/databases/agroforestry>]
- Park, B., Tsunetsugu, Y., Kasetani, T., Hirano, H. (2006). Physiological Effects of Shinrin-yoku (Taking in the Atmosphere of the Forest) Using Salivary Cortisol and Cerebral Activity as Indicators. *Journal Of Physiological Anthropology*, 125-127.

- Perez, J. (2010). Cipreses: Cancrosis y muerte progresiva. Mayo 29, 2014, de Phitonat Sitio web: [<http://www.phitonat.com/downloads.php?id=337221&dld=8714&fld=53827>.]
- Priego, C. (2002). Beneficios del Arbolado Urbano. En línea 25/10/2015: [<http://digital.csic.es/bitstream/10261/24578/1/Beneficios%20del%20arbolado%20urbano.pdf>.]
- Ramírez J., Zapata, C., León, J & González, M. (2007). Caída de hojarasca y retorno de nutrientes en bosques montanos andinos de Piedras Blancas, Antioquia (Colombia). *Interciencia*, 32(5), 303-311.
- Rivas, D. (2013). Manual de prácticas de silvicultura urbana. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo, México. p.41.
- Robinette G. O. (1972). Plants, people, and environmental quality: A study of plants and their environmental functions. U.S. Dept. of the Interior, National Park Service.
- Rodríguez, R., Benito, A. y Portela, A. (2004). Meteorología y Climatología: Semana de la Ciencia y la Tecnología. España. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología). p. 29.
- Rojas, R. & Tores, C. (1989). Árboles de navidad; establecimiento y manejo. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Serie Informativa Tecnología Apropiable No. 19. 47 p.
- Romero, A. y Cibrián, D. (2006). Cancros del Cedro Blanco (*Cupressus lusitanica* Mill.) por *Seiridiumunicorne* (Cooke & Ellis) Sutton y *Pestalotiopsisfunerea* (Desm.) Steyaert. Universidad Autónoma Chapingo. p.2.
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., & Hill, M. (2004). Propiedades Físicas del Suelo. Mayo 23, 2014, de Facultad de

[<http://www.fagro.edu.uy/~edafologia/curso/Curso%202014/Material/fisicas.pdf>]

Rzedowski, J. & Rzedowski, G. (2001). Flora fanerogámica del Valle de México. CONABIO e Instituto de Ecología, A.C., México. pp. 52-53.

Sandoval, L. & Valenzuela, R. (1992). Detección de insectos y análisis silvícola en el arbolado del parque Naucalli, Estado de México En: Memoria, Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. SARH-DF. México. pp. 208-212.

Sandoval, L. & Tapia, F. (2000). *Estudio Dasonómico y Dendrológico de las especies leñosas del Campus Iztacala-UNAM para la eficiente gestión de las áreas verdes*. Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México.

SMA. (2000). *Manual Técnico para la Poda, Derribo y Transplante de Árboles y Arbustos de la Ciudad de México*. Secretaría del Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal.

SMA. (2006). *Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-001-RNAT-2006, que establece los requisitos y especificaciones técnicas que deberán cumplir las autoridades, empresas privadas y particulares que realicen poda, derribo, trasplante y restitución de árboles en el D.F.* Gaceta Oficial del distrito Federal. Secretaría del Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal.

Snyder, R., Melo, J. & Villar, J. (2010). El daño producido por las heladas: fisiología y temperaturas críticas. En Serie sobre el medio ambiente y la gestión de los recursos naturales 10 Protección contra las heladas: fundamentos, práctica y economía (pp. 73-74). Roma: FAO.

Tlalnepantla. En línea 24/09/2013:

[[http://www.tlalnepantla.gob.mx/portal/Transparencia/descargas/articulo\\_15/fraccionII/plan\\_desarrollo\\_municipal/plan\\_desarrollo\\_municipal\\_2013-2015.pdf](http://www.tlalnepantla.gob.mx/portal/Transparencia/descargas/articulo_15/fraccionII/plan_desarrollo_municipal/plan_desarrollo_municipal_2013-2015.pdf)]

Zamudio, S., Carranza, E. (1994). *Flora del bajo y de regiones adyacentes*. Centro Regional del Bajío Pátzcuaro, Michoacán: Instituto de Ecología, A.C. p.4.

Zamudio, E. (2001). *Análisis del comportamiento del arbolado urbano público durante el período de 1995 a 1999 en la ciudad de Linares, Nuevo León*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México.