

DEFECTOS Y ANOMALÍAS DEL ARBOLADO VIARIO DE MADRID

Guía de reconocimiento y diagnóstico



ÍNDICE

1. Introducción
2. Objetivos
3. Cómo utilizar la guía
4. Esquema de cada ficha
5. Alcance y limitaciones

Unidad 1: Desvitalizaciones y ramas secas

- Ficha 1: Desarreglos en ramas del interior de la copa
Ficha 2: Desarreglos de ramas concretas no sumergidas
Ficha 3: Regresión o decaimiento generalizado de la copa

Unidad temática 2: Cavidades y pudriciones sin identificación del agente descomponedor

- Ficha 4: Cavidades y pudriciones en cruz u horquillas
Ficha 5: Cavidades y pudriciones en tronco o ramas distintas a horquillas
Ficha 6: Cavidades y pudriciones en cuello o raíces

Unidad temática 3: Cavidades y pudriciones con identificación del agente descomponedor

- Ficha 7: Hongos de copa y tronco. *Inonotus hispidus*
Caso 1: *I. hispidus* en débiles compartimentadores (*Fraxinus* spp. y *Sophora japonica*).
Caso 2: *I. hispidus* en fuertes compartimentadores (*Platanus x hybrida*)
Caso 3: *I. hispidus* en *Ulmus* spp.
Caso 4: *I. hispidus* en *Populus* spp.
Caso 5: *I. hispidus* en *Morus* spp.

- Ficha 8: Hongos de copa y tronco. *Fomitiporia punctata* (*Phellinus punctata*)
Ficha 9: Hongos de copa y tronco. *Phellinus pomaceus* (*P. tuberculosis*)
Ficha 10: Hongos de copa y tronco. *Fomes fomentarius*
Ficha 11: Hongos de copa y tronco. *Laetiporus sulphureus*
Ficha 12: Hongos de copa y tronco. *Schizophyllum commune*
Ficha 13: Hongos de copa y tronco. *Volvariella bombycina*
Ficha 14: Hongos de copa y tronco. *Stereum* sp.
Ficha 15: Hongos de copa y tronco. *Pleurotus ostreatus*
Ficha 16: Hongos de copa y tronco. *Corioloopsis gallica* y *Corioloopsis trogii* (= *Trametes trogii* = *Funalia trogii*)
Ficha 17: Hongos de copa y tronco. *Auricularia mesenterica* o *A. auricula-judae*.
Ficha 18: Hongos de cuello y raíces. *Agrocybe aegerita*
Ficha 19: Hongos de cuello y raíces. *Ganoderma* spp.
Ficha 20: Hongos de cuello y raíces. *Perenniporia fraxinea* (= *Fomitopsis cytisina*)
Ficha 21: Hongos de cuello y raíces. *Coprinus micaceus* (= *Coprinellus micaceus*) y similares (*C. truncorum*, *C. atramentarius*, etc.)
Ficha 22: Hongos de cuello y raíces. *Oxyporus latemarginatus*
Ficha 23: Hongos de raíz. *Armillaria* sp.

Unidad temática 4: Cancros, grandes zonas muertas y heridas

- Ficha 24: Cancros ocasionados por hongos descomponedores de la albura
Ficha 25: Cancros ocasionados por hongos descomponedores del duramen que se expanden excéntricamente
Ficha 26: Cancros ocasionados por hongos descomponedores del duramen que se expanden concéntricamente
Ficha 27: Cancro en plátano asociado a termita (*Kaloterms flavicollis*)
Ficha 28: Cancro originado por *Cytospora chrysosperma*
Ficha 29: Cancro concéntrico

Unidad temática 4 (Continuación)

- Ficha 30: Cancro duro en *Sophora japonica*
Ficha 31: Quemaduras solares (asurados o daños por insolación)
Ficha 32: Daños mecánicos o por fuego sin pudrición
Caso 1: *Golpes de vehículos en la base de los árboles, que producen un abultamiento en el árbol.*
Caso 2: *Heridas ocasionadas por vandalismos*

Unidad temática 5: Perforaciones, orificios y galerías de insectos

- Ficha 33. Termitas y hormigas carpinteras
Ficha 34. *Sesia apiformis*
Ficha 35. Escolítidos (barrenillo)
Ficha 36. Bupréstidos (gusanos cabezudos)
Ficha 37. *Synanthedon codeti* en plátano

Unidad temática 6: Exudaciones

- Ficha 38. Exudación bacteriana o “Síndrome de la madera húmeda”
Ficha 39. Exudados gomosos
Ficha 40. Otros exudados no gomosos

Unidad temática 7: Engrosamientos

- Ficha 41. Proliferación de brotes adventicios
Ficha 42. Tumoraciones
Ficha 43. Engrosamientos como respuesta a pérdidas estructurales

Unidad temática 8: Grietas en madera

- Ficha 44. Fisuras
Ficha 45. Fendas sobre madera muerta

Unidad temática 9: Corteza incluida-Inserción en “V”

- Ficha 46. Corteza incluida –Inserción en “V”

Unidad temática 10: Brotación ectoórganica

- Ficha 47. Rebrotos de grandes dimensiones sobre leño poco vigoroso y “abandonado”
Ficha 48. Rebrotos con unión del portador debilitada (terciados no consolidados u otros rebrotos sobre pudrición).

- Caso 1. *Terciados no consolidados*
Caso 2. *Rebrotos emitidos desde otras zonas en pudrición (no asociada a terciados)*
Caso 3. *Árboles formados desde brotes de raíz o de cepa, emitidos desde el tocón de un árbol talado*

Unidad temática 11: Otros defectos o anomalías en cuello, tronco o copa

- Ficha 49. Ahilamiento (espigamiento)
Ficha 50. Inclinaciones pronunciadas
Ficha 51. Angulaciones (codos)
Ficha 52. Objetos en contacto con árboles

Unidad temática 12: Otros defectos o anomalías en raíces o en el entorno

- Ficha 53. Raíces espiralizantes y/o estrangulantes
Ficha 54. Raíces superficiales cortadas
Ficha 55. Heridas en raíces superficiales de terrenos compactados
Ficha 56. Levantamiento o rotura del terreno circundante
Caso 1. *Fallo del sistema de anclaje del árbol*
Caso 2. *Crecimiento de las raíces*
Ficha 57. Obras en el entorno

1. Introducción

Cada árbol presenta una forma, tamaño, distribución de ramas o corteza que lo hace original, único e inimitable. En la mayoría de los casos aceptamos que estas “singularidades” son normales para una edad o especie determinada, pero por otro lado se observan defectos o anomalías que nos llaman la atención, que hacen preguntarnos sobre su origen, significado o importancia.

Pero...¿Qué son los defectos y las anomalías?

Una anomalía es cualquier malformación o alteración que puede presentar un árbol y que puede tener un efecto negativo o no revestir apenas importancia. En cambio un defecto supone una imperfección, carencia o problema, de mayor o menor repercusión en el estado estructural o fisiológico de un árbol.

Y...¿Cómo me puede ayudar la guía?

En numerosas publicaciones especializadas, ya sean libros o guías de índole técnico, didáctico o científico, los autores organizan la diversidad de daños o problemas que pueden detectarse en un árbol según el grupo o naturaleza del agente que lo causa. Es frecuente que entre los agentes bióticos el hilo conductor de la publicación sea el grupo taxonómico (hongos, insectos, bacterias, virus, etc.) mientras que los agentes abióticos se suelen agrupar según el tipo de factor que lo causa, frecuentemente factores climáticos, ambientales, edafológicos, antrópicos u otros.

Esta manera de estructurar la información, impecable desde el punto de vista académico, obliga al usuario de la publicación a identificar el agente que lo causa. En ocasiones, la identificación del agente será la única forma de conocer algo más acerca de un daño. Una vez identificado el agente la tarea de consulta es indudablemente más sencilla pero en la práctica esto puede llegar a ser un reto, ya que, incluso la aparentemente simple determinación de si una causa es biótica o abiótica puede albergar cierta dificultad. Por otro lado algunos casos llamativos se encuentran recogidos en publicaciones basadas en la sistemática del agente, simplemente porque no tiene una gran incidencia en el estado del árbol o porque su aparición no es achacable a una única causa.

Muchas veces un inspector sólo tiene lo que ve; un bulto, una grieta, una zona muerta, una pudrición, etc. que puede tener distintos orígenes o estar causado simultáneamente por varios factores. Con estos datos y con la observación detallada de otros síntomas, signos, rastros, dicho inspector debe deducir su importancia. En ocasiones una anomalía será muy aparatosa, pero no revestirá mayor importancia, en cambio otros casos poco visibles significarán problemas severos y que precisan de una intervención urgente.

La finalidad de esta guía es facilitar el reconocimiento, identificación y diagnóstico de los defectos y anomalías más comunes que podemos encontrar en el arbolado urbano de la ciudad de Madrid atendiendo a lo visible, así como comprender los efectos fisiológicos y mecánicos que puedan tener sobre el árbol en el que se detecten. Como no pretende ser un manual exhaustivo de fitopatología, no se tratan algunas plagas o enfermedades comunes en el arbolado, como por ejemplo aquellas que afectan a las hojas, pero sí aquellos agentes que implican la aparición de signos o síntomas característicos en tejidos leñosos o que afectan a su corteza.

Para la elaboración de la guía se ha consultado información documentada y avalada por otras publicaciones científicas o divulgativas, pero también se han incluido algunas observaciones particulares por la experiencia de los autores, no refrendadas por trabajos previos. Estos casos se indicarán explícitamente en la guía.

¡Esperamos que os sea de utilidad!

2. Objetivos

Los objetivos de esta guía son:

- Que sea visual, precisa, concisa y de escasa extensión. A su vez se pretende que sea práctica y manejable en campo.
- Que permita al inspector o evaluador reconocer, identificar o diagnosticar, la mayoría de las anomalías o defectos que se pueden encontrar en el viario de la ciudad de Madrid.
- Que el inspector entienda aspectos fundamentales sobre el origen del defecto, los agentes implicados, los procesos biológicos que intervienen.
- Que el inspector pueda valorar, de manera preliminar y a falta de una inspección más detallada, su importancia desde el punto de vista fisiológico, fitosanitario y biomecánico.
- Que el inspector pueda comparar un defecto o anomalía determinado, con otros de similar sintomatología, con el fin de evitar posibles confusiones.
- Proporcionar al inspector otros datos sobre el defecto o anomalía que puedan ser de su interés, como prevención, tratamientos, abundancia en la ciudad de Madrid y otra información adicional.



Los árboles urbanos están sometidos a numerosas agresiones.

A la izquierda herida de poda reciente por eliminación de una rama principal. La parte del xilema de la rama, que se encontraba fisiológicamente activa antes de la poda, presenta un color más claro.

En la imagen central se aprecia una herida en la que de momento no se ha desarrollado podredumbre. Está ocasionada por impactos reiterados de vehículos en un mismo punto. Se observa madera de callo, que son los intentos del árbol por cerrar la herida, pero la reiteración de impactos produce regresión cambial.

En la foto de la derecha, las heridas y el engrosamiento de la base se ha producido por la reiteración de impactos mecánicos ocasionados por atar bicicletas, sillas y mesas de la terraza de un bar, impactos al soltar contenedores que chocan contra el árbol, etc. A esto se le suma la aparición de un hongo formador de canchales, en este caso parece estar ocasionado por el hongo *Neonectria galligena*.

3. Como utilizar la guía

Los distintos defectos o anomalías que se han seleccionado se agrupan en doce unidades temáticas y una serie de fichas con la casuística que podemos encontrar. Asimismo algunas fichas estarán dividida a su vez en “casos” que tendrán particularidades concretas.

Las unidades temáticas en las que se agrupan los defectos y anomalías de esta guía son:

- Unidad 1. Desvitalizaciones y ramas secas
- Unidad 2. Cavidades y pudriciones sin identificar
- Unidad 3. Pudriciones o cavidades con cuerpos fructíferos u otros signos que permitan su identificación
- Unidad 4. Grandes zonas muertas, canchros y heridas
- Unidad 5. Perforaciones, orificios y galerías de insectos
- Unidad 6. Exudaciones
- Unidad 7. Engrosamientos
- Unidad 8. Grietas
- Unidad 9. Corteza incluida-inserción en V
- Unidad 10. Brotación epicórmica
- Unidad 11. Otros defectos o anomalías visibles en cuello, tronco o ramas
- Unidad 12. Otros defectos o anomalías visibles en raíces o en el entorno



La base de la evaluación visual de árboles es la inspección del cuello, tronco, copa y entorno del árbol, con el fin de detectar posibles defectos y anomalías.

Para facilitar la identificación de defectos o anomalías, cada unidad temática se caracteriza por un color. Además los temas que se consideran primero son aquellos observables generalmente en la parte aérea del árbol, y posteriormente se tratan aquellos visibles en raíces o en el entorno. Habrá casos en los defectos o anomalías puedan encontrarse tanto en la parte aérea (cuello, tronco o ramas) como en raíces. Este es el caso p. ej. de *Armillaria sp.*, que es un hongo patógeno y de pudrición de raíces, pero que sus síntomas normalmente se detectan en cuello y tronco.

4. Esquema de cada ficha

Cada ficha seguirá el esquema básico que se muestra a continuación:

1. Descripción
2. Identificación y reconocimiento de síntomas y signos
3. Origen del defecto (Causas)
4. Especies afectadas-hospedantes, edad y otras características
5. Edad y otras características de los árboles afectados
6. Efectos mecánicos y/o fisiológicos (consecuencias)
7. Reacción del árbol
8. Elementos agravantes del defecto o anomalía
9. Prevención del problema y posibles tratamientos
10. Grado de afección aparente en Madrid
11. Posibles confusiones
12. Información adicional






Arriba, ejemplar con la rama fracturada por pudrición de *Inonotus hispidus*.
Abajo detalle de base de un ejemplar con raíces superficiales en el alcorque.



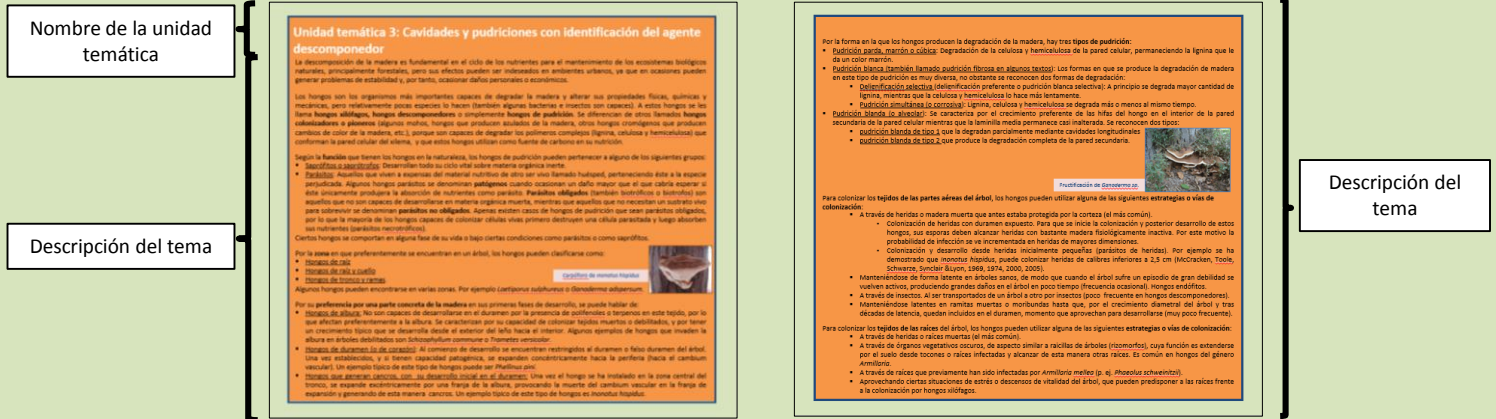
En algunas fichas no procederá algún apartado, pero se han mantenido con el fin de homogenizar el documento. Asimismo en los “casos” o subapartados existirá información adicional de apartados concretos.

En la parte superior de cada ficha o caso se clasifica la gravedad del defecto o anomalía según uno o varios de los siguientes símbolos:

-  Problema menor
-  Problema moderado
-  Problema severo

Las unidades temáticas se componen de fichas, con sus correspondientes casos (si procede):

ESQUEMA DE UNA UNIDAD TEMÁTICA



ESQUEMA DE UNA FICHA



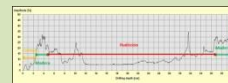
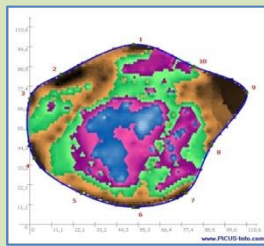
5. Alcance y limitaciones

Limitaciones de la guía

- La ciudad de Madrid es un sistema complejo y dinámico que cambia día a día. El árbol urbano, particularmente el árbol en viario, se ve alterado por multitud de factores (especies, suelos, condiciones ambientales, espacio disponible, tratamientos culturales, régimen de podas, etc.) que modelan su aspecto, morfología, anatomía, fisiología, estructura, pautas de desarrollo, etc.
- La casuística de defectos y anomalías que puede encontrarse es, por tanto, infinita. Incluso cuando sean dos casos similares siempre tendrá un aspecto, forma y particularidades distintas.
- El problema se complica cuando dos o más casos de los que se describen en la guía intervienen conjuntamente o tienen múltiples factores o causas.
- La guía ha intentado reflejar los casos más frecuentes, pero en buena lógica existirán algunos que no lleguen a quedar descritos. Si fuera posible en un futuro podrían añadirse nuevos casos.

Limitaciones del inspector

- Los recursos disponibles por el inspector en muchos casos son limitados. La mejor herramienta será su vista, experiencia y formación, pero cuantas más herramientas disponga, más elementos de valoración tendrá para hacer su diagnóstico.
- El equipo básico recomendado para campo será, al menos, un martillo de goma (mejor de madera o teflón), una azadilla, un cúter y una cámara fotográfica.
- Otros elementos que nos pueden ayudar en la valoración de una anomalía serán azadilla, cinta métrica, prismáticos, instrumental de testificación de la madera (resistógrafo y tomógrafo sónico), lugol para la tinción de almidón, unas tijeras de poda, calibres, hipsómetros, flexómetros, bolsas para muestras y papel de aluminio para la recogida de cuerpos fructíferos.



Imágenes de testificación realizada en un árbol con tomógrafo sónico y del tomograma obtenido.

Imágenes de testificación de la madera de un árbol en la cruz con resistógrafo, y resultado de la prueba instrumental realizada.

Tinción con lugol en una raíz cortada, para evaluar sus reservas de almidón

Unidad 1

Desvitalizaciones y ramas secas



Unidad temática 1: Desvitalizaciones y ramas secas

Los síntomas de regresión o decaimiento de copa (comúnmente descenso de copa), indican desvitalizaciones o desarreglos en el sistema biológico del árbol (Shigo, 1994; Roloff 2001) y pueden tener distintas “causas”, tal y como se describe en la ficha 1. Estos descensos de vitalidad pueden ser:

- temporales (reversibles)
- permanentes (irreversibles)

El descenso de copa o de una rama es el reflejo de una progresiva pérdida de vitalidad del árbol.

Al igual que ocurre con todos los organismos superiores este deterioro es parte del ciclo natural de la vida, y es normal en la edad madura del árbol (Sinclair & Lyon, 2005). El descenso prematuro es más preocupante ya que refleja la influencia de factores de estrés. Cuando se observan síntomas de descenso de copa en árboles que no han llegado a la fase de plena madurez, factores de estrés generalmente han actuado durante varios años.

De cara a esta guía hablaremos de **regresión** de copa cuando ésta sea irreversible y de **decaimiento** cuando la desvitalización sea prematura, consecuencia de un estrés prolongado.

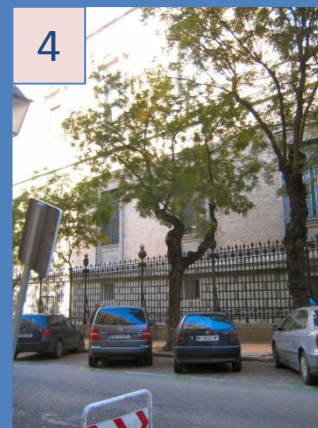
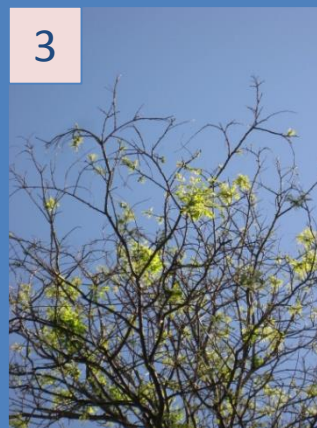
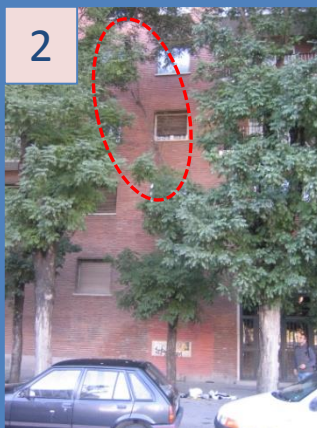


Foto 1. Detalle de rebrotes emitidos en el tronco, en este caso consecuencia de una desvitalización en la parte superior de la copa

Foto 2. Ejemplar de Sôfora dominado y desvitalizado, en el que se ha secado la parte superior de la copa (rodeado en rojo)

Foto 3. Ejemplar de sófora en el momento de la foliación. Al estar desvitalizada se aprecia una brotación primaveral en los últimos años caracterizada por unos brotes cortos y finos, y es una brotación dispersa y en ocasiones procedente de yemas durmientes.

Foto 4. Aspecto típico de ejemplar viejo y desvitalizado. La copa se encuentra menguada y sus ramas y ramillas tienen un aspecto “acodado”.

ORIGEN DEL LAS DESVITALIZACIONES

- Alteraciones a nivel foliar: producidas por agentes bióticos (p.ej. hongos o insectos defoliadores), o abióticos (p. ej. podas reiteradas o fuertes, escasa iluminación, etc.)
- Alteraciones vasculares: afectan a la conducción de agua y nutrientes (p.ej. grafiosis del olmo o *Verticillium sp.*)
- Alteraciones corticales o en brotes: afectan a la corteza de la rama y la conducción de savia elaborada (p.ej. *Phytophthora spp.*)
- Alteraciones a nivel radicular: los cambios en raíces tiene un efecto negativo en la copa (p.ej. hongos patógenos de raíces, antiguas obras, compactación excesiva, edad, sal, sustancias tóxicas, etc.).

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

A nivel de la copa pueden observarse los siguientes síntomas y signos, que varían con la causa y con la especie de árbol:

- Escaso crecimiento. Brotes dispersos, deformados o pequeños. Formación de ramillas acodadas de pequeño tamaño
- Clorosis de hojas completas o de algunas zonas, así como reducción del tamaño normal de la hoja
- Caída prematura de hoja
- Muerte o regresión de brotes y ramillas
- Presencia de patógenos oportunistas o de debilidad
- Cierre de heridas pobre o escasa síntesis de madera de compensación
- Escasa emisión de rebrotes tras poda invernal o primaveral
- La alta trasparencia de copa (para frondosas este criterio tiene menor fiabilidad ya puede deberse a otros factores)
- La muerte de ramas bajas en árboles aislados y con iluminación, originándose árboles con forma de “cola de león”, especialmente en coníferas de fuerte dominancia apical y sin capacidad de rebrote
- Escasa presencia de almidón en tejidos de reserva, visible a través de la tinción con lugol de ramas o ramillas cortadas
- En algunos casos fructificación más abundante de lo normal



Fotos 5, 6 y 7. Detalle de árbol en otoño. Se aprecian distintas zonas con diferente eficiencia fotosintética. Desde la rama que se ha secado completamente, la zona amarillenta, previa a la caída prematura de hoja y en la parte inferior, zona más eficiente, que todavía se mantiene verde.

La presencia de ramas secas se puede interpretar como la fase final del proceso de desvitalización, que conlleva a la muerte definitiva de los tejidos de la rama. La muerte de una rama no implica necesariamente la desvitalización del árbol.

- En esta unidad temática se van a tratar 3 casos con su correspondiente ficha :

Ficha 1: Desarreglos en ramas del interior de la copa (ramas sumergidas).

Ficha 2: Desarreglos de ramas concretas dominantes o codominantes no sumergidas.

Ficha 3: Regresión global de la copa (irrecuperable) o decaimiento (recuperable o irrecuperable).

Ficha 1. Desarreglos en ramas del interior de la copa



Fotos 1, 2 y 3. Detalles de ramas interiores sumergidas en un ejemplar de *Sophora japonica* que se han secado completamente.



Fotos 4, 5 y 6. Detalles de distintas ramas que reciben poca iluminación y terminan por secarse. Las dos de la izquierda son en *Sophora japonica*, mientras que el árbol de la derecha se trata un *Ulmus pumila*.

DESCRIPCIÓN

- En árboles jóvenes o maduros no suele ser un problema fisiológico del árbol, ya que se trata de un proceso natural de formación de copa en el que se produce una "autopoda". Estas ramas, al recibir menos iluminación, son menos eficientes en la captura de energía y se secan.
- No obstante en algunas coníferas (cedros, pinos, araucarias, etc.) , y probablemente en frondosas de desarrollo axial, así como en árboles con suficiente iluminación en toda la copa, la muerte de ramas bajas de árboles aislados puede ser indicativo de debilidad.
- Al ser en la mayoría de los casos un proceso natural, el árbol crea un límite de protección en la inserción interior del cuello de la rama, que es muy fuerte y además el diámetro de las ramas suele ser pequeño, por lo que no es frecuente que haya riesgos asociados.
- En ocasiones el estado de debilidad de la rama puede ser aprovechado por organismos oportunistas (insectos u hongos de debilidad).

Ficha 1. Desarreglos en ramas del interior de la copa

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Secado de ramas laterales bajas dominadas, así como otras situadas en el interior de la copa o de algunos rebrotes (más información en la descripción de la Unidad Temática 1).

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Normalmente se produce por la ausencia de iluminación en partes de la copa con capacidad fotoasimiladora (hojas y algunas ramas jóvenes). Estas ramas son más fácilmente atacadas por patógenos de debilidad que contribuyen a su secado definitivo.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Pueden verse afectadas todas las especies y presentarse a cualquier edad, en cuanto se produzca un desarreglo fitosanitario.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- En árboles con la copa en formación no suele considerarse como un defecto, por tratarse de un proceso natural en el que se reciclan elementos esenciales de la rama que se está secando y se crea un límite de protección interna en la inserción del cuello de la rama.
- No obstante, por motivos de seguridad, se deberá proceder a la poda de estas ramas, ya que pueden partir.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Dependerá del agente o agentes causantes.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Las ramas de grandes dimensiones y/o con pudrición asociada, incrementan la probabilidad de fractura y el riesgo global.
- La peligrosidad generalmente es mayor si la descomposición de la rama se encuentra en la zona de tensión.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- No es posible prevenir el proceso de poda natural. En el caso de coníferas debilitadas, la prevención consistirá en evitar situaciones de estrés del árbol (compactaciones, sequías prolongadas, adición de sal en el sustrato, cortes de raíces, etc.)
- Por motivos de riesgo se deben eliminar las ramas que se estén secando, siempre conservando el cuello de la rama. Las ramas más urgentes a eliminar serán aquellas que hayan sido colonizados por parásitos facultativos.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Muy común.

POSIBLES CONFUSIONES

- La única confusión posible será con árboles de la Ficha 2, con ramas no dominadas o sumergidas.

INFORMACIÓN ADICIONAL

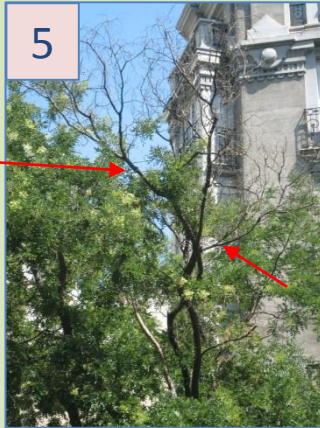
- Las ramas dominadas, al recibir menos iluminación, son menos eficientes en la captura de energía, por lo que no pueden mantener las numerosas células que alimentan y estas se van paulatinamente debilitando. Dada su escasa eficiencia, el árbol reabsorberá elementos esenciales que son reciclados y utilizados por células vivas más valiosas, antes de que se sequen completamente y sean degradadas por organismos saprófitos.

Ficha 2: Desarreglos de ramas concretas no sumergidas



Fotos 1 y 2. Una rama concreta se está secando, debido a que presenta una zona canchosa en su base, que dificulta o impide la normal circulación de la savia.

Foto 3. Se aprecia un grupo de hojas pertenecientes a una ramilla, que se ha secado recientemente. El origen de la disfunción es que la rama se encuentra parcialmente tronchada.



Fotos 4 y 5. Detalle de árbol con una rama seca en la copa, que está afectado de manera generalizada por hongos de pudrición y que han podido contribuir a su decaimiento.

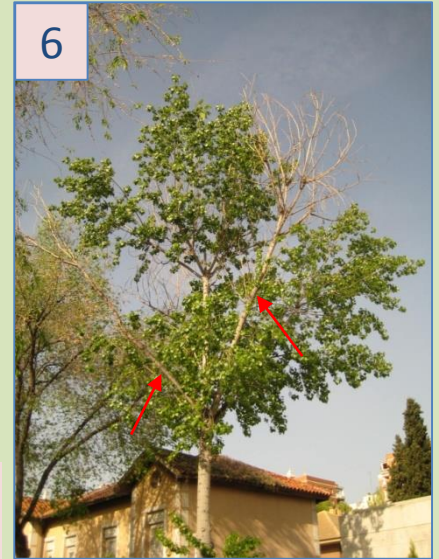


Foto 6. Ejemplar de *Populus x canadensis* con dos grandes ramas secas en la copa. Se aprecia una proliferación de brotes en la parte baja de la copa, como proceso de atrincheramiento de la misma, pero de momento el eje central mantiene cierta capacidad fotosintetizadora.

DESCRIPCIÓN

- Se trata de la desvitalización o secado de una o varias ramas concretas en las que no se aprecia una menor iluminación que otras ramas del árbol aparentemente normales.
- La aparición de ramas secas concretas es un síntoma de un desorden fisiológico en la rama muy frecuente en Madrid, sobre todo tras el verano. En muchas ocasiones antes de la caída de hoja otoñal se observan cambio de coloración o caídas prematura de la hoja en ramas menos eficientes, que probablemente se sequen completamente en años sucesivos (Ver imágenes de la introducción a la "Unidad Temática 1").

Ficha 2: Desarreglos de ramas concretas no sumergidas

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Más información en la descripción general de la “Unidad Temática 1”.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Suele deberse a alteraciones foliares, alteraciones vasculares, alteraciones corticales o en brotes (más información en la descripción general de la “Unidad Temática 1”).
- También puede tratarse de una alteración radicular pero en este caso tiene que haber “sectorización” (Ver información adicional).

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Pueden verse afectadas todas las especies y presentarse a cualquier edad, en cuanto se produzca un desarreglo fitosanitario.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Desde el punto de vista biomecánico y fisiológico su gravedad dependerá del origen del defecto y del tamaño de la rama seca o en proceso. La probabilidad de fallo de una rama de ciertas dimensiones, seca o que se esté secando suele ser elevada.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Dependerá del agente o agentes causantes, así como de la vitalidad del ejemplar.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Las ramas de grandes dimensiones y/o con pudrición asociada, incrementan la probabilidad de fractura y el riesgo global.
- La peligrosidad generalmente será mayor si hay descomposición de la rama especialmente en la zona de tensión.
- Que se encuentren afectados por agentes patógenos que potencialmente pudieran extenderse a árboles vivos.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Como puede tener varias causas, la prevención será específica de la causa que lo origine. Algunos ejemplos:
 - La desinfección de herramientas de poda reduce la posibilidad de que se sequen ramas por contagio de patógenos.
 - Evitar situaciones de estrés del árbol (anillamientos, podas excesivas, compactaciones, cortes de raíces, etc.)
- Por motivos de riesgo deben eliminarse las ramas que se estén secando, respetándose el cuello en ramas laterales.
- Por motivos fitosanitarios se deberá eliminar con mayor urgencia aquellas ramas que hayan sido colonizadas por parásitos facultativos que potencialmente puedan originar plagas o enfermedades en árboles próximos.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Muy común.

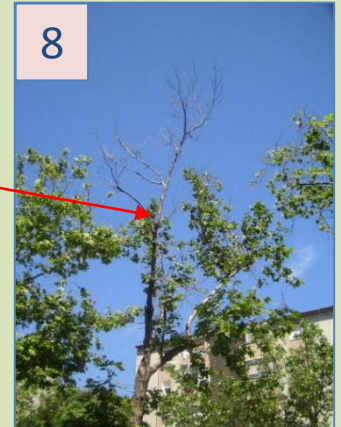
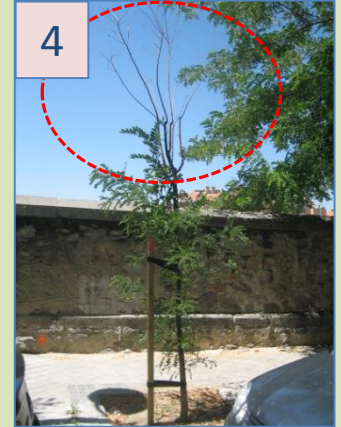
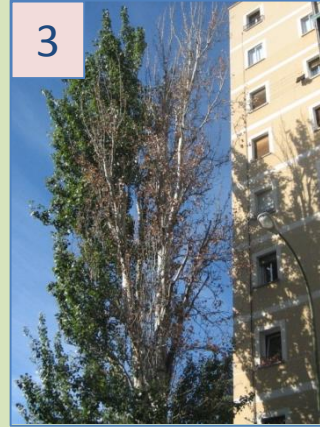
POSIBLES CONFUSIONES

- Con los casos recogidos en las Fichas 1 y 3.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- La generación de daños severos en raíces suele tener un impacto generalizado en copa en la mayoría de los árboles (Ver Ficha 3). Esto es debido a que el agua captada por las raíces (aunque sea una raíz concreta) es conducida por los vasos de del tronco de una manera espiral o cilíndrica (Drènau, 2006). No obstante, en algunos árboles se produce un fenómeno denominado “sectorización” en los que partes del árbol se hacen independientes del resto (reiteraciones), de manera que alteraciones de raíces concretas puede tener su impacto en partes localizadas de la copa. Este fenómeno ocurre en numerosas especies de climas secos como *Olea europea*, *Tamarix sp.*, *Acacia melanoxylon*, así como en árboles muy viejos de cualquier especie.

Ficha 3: Regresión o decaimiento generalizado de la copa



Fotos 1 y 2. Ejemplares de *Sophora japonica* con la parte superior de la copa seca, síntoma de decaimiento generalizado (rodeado en rojo). En ambos casos se aprecia la formación de rebrotes en su parte inferior, donde se está generando una nueva copa (proceso de atrincheramiento).

Foto 3. Copa de *Populus alba* 'Bolleana', completamente seca, junto a otro ejemplar aún verde. El árbol ha muerto este año por una alteración severa y súbita en su sistema radicular.

Foto 4. Ejemplar no consolidado de sófora, en el que se ha secado su copa original (zona marcada). El árbol se aferra a sobrevivir a través de rebrotes emitidos en tronco, pero la nueva estructura de copa que se forme de estos brotes no será apta para viario.

Fotos 5 y 6. Árbol en el que se aprecia un decaimiento generalizado. Puede tratarse de un estrés pasajero o que el árbol se encuentre en una situación irreversible.

Fotos 7 y 8. Ejemplar de plátano completamente desvitalizado, que parece haber entrado en una situación irreversible.

DESCRIPCIÓN

- Se trata de un deterioro que se produce en toda la copa, y que afecta a todas las ramas del árbol.
- La desvitalización generalizada del árbol es un desorden fisiológico normalmente grave, que puede ser reversible o irreversible. En el caso de que sea reversible puede secarse la antigua copa y originarse rebrotes suplentes que lleguen a "restaurar" de nuevo la copa perdida, pero puede que la nueva estructura formada no sea apta para viario.

Ficha 3: Regresión o decaimiento generalizado de la copa

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Más información en la descripción general de la “Unidad Temática 1”.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Puede estar originada por alteraciones foliares, alteraciones vasculares, alteraciones corticales o en brotes o alteraciones radiculares (más información en la descripción general de la “Unidad Temática 1”).

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Pueden verse afectadas todas las especies y presentarse a cualquier edad, en cuanto se produzca un desarreglo fitosanitario.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Dependerá del origen del defecto. En cualquier caso la probabilidad de roturas de ramas secas siempre será elevada.
- Desde el punto de vista biomecánico y fisiológico su gravedad dependerá del origen del defecto. La probabilidad de fallo de una rama de ciertas dimensiones, seca o que se esté secando suele ser elevada.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Dependerá del agente o agentes causantes, así como de la vitalidad del ejemplar.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Las ramas de grandes dimensiones y/o con pudrición asociada, incrementan la probabilidad de fractura y el riesgo global.
- La peligrosidad generalmente será mayor si hay descomposición de la rama especialmente en la zona de tensión.
- La aparición de agentes patógenos que potencialmente pudieran extenderse a árboles vivos puede ser en ocasiones un problema fitosanitario para otros árboles.
- En general se trata de un síntoma de que está ocurriendo un desarreglo, que probablemente sea grave, como afecciones vasculares (p. ej. *Verticillium spp.*), daños corticales y de brotes (p. ej. *Phytophthora spp.*) o daños graves en raíces fisiológicas (p. ej. afecciones de hongos patógenos, antiguas obras, compactación excesiva, edad, sal, sustancias tóxicas en el sustrato, etc.).

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- La prevención consistirá en evitar situaciones de estrés del árbol (compactaciones, encharcamientos o sequías prolongadas, adición de sal en el sustrato, cortes de raíces, etc.), así como desinfectar las herramientas de poda que pueden ser el vector de patógenos.
- Por motivos de riesgo y fitosanitarios deben eliminarse las ramas que se estén secando. Si la situación es irreversible hay que apelear el árbol, en cambio si es reversible hay que evaluar la estructura que quedaría tras la eliminación de las ramas secas o en proceso.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Muy común.

POSIBLES CONFUSIONES

- Con el caso recogido en la Ficha 2.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- La regresión de copa es habitual en ejemplares envejecidos o senescentes que están llegando al final de su vida útil. Pero en viario es más frecuente que se produzcan alteraciones radiculares que conducen al decaimiento generalizado de copa. Si éstas son severas y súbitas (p. ej. cortes de numerosas raíces en unas obras), las yemas y ramillas pueden morir en corto plazo como respuesta al shock producido, al que le seguirán otros síntomas. No obstante, si la regresión está originada por un estrés crónico o continuado (adición de sal, reducción progresiva de las reservas asociado a pobres desarrollos de raíces en suelos compactados, etc.), probablemente la aparición de desarreglos foliares o escasos crecimientos precederá a la muerte de las ramillas y al descenso de copa. Es muy común que los efectos de daños originados en el sistema radicular, comiencen a apreciarse varios años después (en algunos casos hasta 5 años o más), una vez que el árbol ha agotado sus reservas energéticas y/o hídricas.

Cavidades y pudriciones sin identificación del agente descomponedor



Unidad temática 2: Cavidades y pudriciones sin identificación del agente descomponedor

La descomposición de la madera está fundamentalmente causada por hongos descomponedores o de pudrición, capaces de modificar sus propiedades mecánicas, físicas y químicas.

A través de sus enzimas los hongos descomponedores producen una reducción de la resistencia de la madera que en ocasiones pueden conducir a fracturas de ramas, tronco o vuelco del árboles enteros.

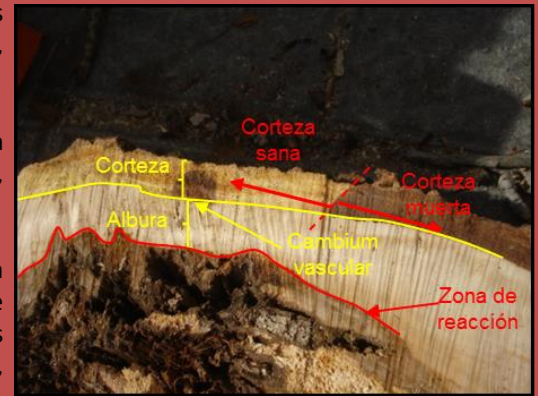
La vía de entrada más comúnmente utilizada por los hongos para colonizar la madera son heridas o zonas del árbol muertas del árbol. En el momento que esto sucede se produce una auténtica batalla por los nuevos nutrientes disponibles y distintos organismos intervienen de manera sucesiva, uno tras otro o de manera conjunta, degradando o transformando la madera.

Los árboles disponen de distintas estrategias y mecanismos para reducir la probabilidad de que se inicie la colonización de hongos, así como para limitar su expansión una vez comienza esta a desarrollar la pudrición. Estas estrategias difieren en los distintos tejidos y órganos que conforman el árbol, por ejemplo entre el xilema (madera), el cambium vascular y la corteza.

Cuando se produce una herida a nivel del **xilema**, se inician una serie de procesos que colectivamente se denominan compartimentación. La función de la compartimentación es doble. Por una parte evitar que continúe el flujo de transpiración de la planta (y de esta manera evitar la entrada de aire y agua, y la desecación celular de los tejidos internos), y por otra parte evitar la invasión de microorganismos. Algunas especies se consideran débiles compartimentadoras ya que se genera una gran extensión de la madera decolorada en caso de que se produzca una herida. En caso contrario, se consideran fuertes compartimentadoras, pero hay algunas especies que se consideran con elevada capacidad de compartimentación frente a la desecación de los tejidos, mientras que son débiles compartimentadoras frente a pudriciones ya consolidadas.

A nivel del xilema podemos distinguir los mecanismos de compartimentación que se llevan a cabo a nivel de duramen y albura:

- El **duramen** es un tejido muerto que se desarrolla en la zona central de troncos, ramas viejas o incluso raíces gruesas. Su función es proporcionar resistencia mecánica al árbol y en ocasiones contiene acumulaciones de sustancias químicas resistentes a gran cantidad de microorganismos, pero al tratarse de un tejido muerto su respuesta es siempre pasiva. El contenido de humedad del duramen es menor que en la albura y existen numerosos hongos adaptados a colonizar y degradar la madera del duramen.
- La **albura** de un árbol es un tejido en su mayoría vivo y fisiológicamente activo, cuyas funciones principales son la conducción de la savia, el almacenamiento de sustancias de reserva, dar resistencia a la estructura del árbol (compartido con el duramen), la compartimentación de heridas mediante **zonas de reacción** (barreras I, II y III de CODIT) y la defensa frente a microorganismos. Posee un grado de humedad muy elevado que muy pocos hongos son capaces de colonizar bajo condiciones normales de vitalidad del árbol.



Detalle de la sección transversal de una rama desvitalizada de *Populus alba* 'Bolleana'. En la imagen se aprecia una zona en pudrición separada por la albura viva a través de la zona de reacción existente en el xilema. En la corteza también se aprecia zona sana y otra muerta y colonizada por hongos oportunistas de debilidad, en este caso por *Cytospora chrysosperma*.

El **cambium vascular** es el tejido encargado de generar la **zona de barrera** (barrera IV de CODIT). Esta barrera está formada por el nuevo crecimiento del árbol. Se trata de un tejido modificado química y anatómicamente, que aísla el tejido de nueva formación del tejido viejo, el cual puede llegar a verse afectado por la pudrición. Esta es la barrera más fuerte y con frecuencia la única que puede detener completamente la expansión de la infección. La efectividad de la zona de barrera dependerá de su capacidad de acumular suberina en las células que la componen, lo que a su vez dependerá de la especie de árbol que se trate y de su vitalidad.

La **corteza** (ritidoma y floema) es la primera capa de protección que poseen los árboles frente a patógenos. Si estas desaparecen se desencadenan una serie de respuestas a nivel de la corteza y del cambium vascular frente a las heridas y pudriciones, homólogas a las existentes en el xilema, que incluyen la producción de sustancias antimicrobianas, incremento de la humedad en los tejidos vivos de la corteza, regeneración del felógeno y producción de una nueva peridermis. Por otro lado algunas especies poseen tejidos especializados con el fin de reducir la probabilidad de colonización frente a patógenos. Se pueden citar los canales resiníferos (la mayoría de las coníferas) o los tubos laticíferos (como las moráceas).

La **encapsulación** de una herida es el proceso en el que la descomposición deja de estar activa por la ausencia de oxígeno disponible para los organismos aerobios. Esta se produce cuando finaliza la oclusión llevada a cabo por la madera que progresivamente la recubre. Las cavidades no son más que estados avanzados de degradación, en los que la madera ya ha sido digerida. Normalmente en estos casos no se produce la encapsulación porque la madera de callo se revuelve formando “cuernos de carnero” y la expansión de la podredumbre se mantiene activa.

Las **pudriciones o cavidades** son, con frecuencia, el origen de fracturas o caídas de árboles, pero su presencia no indicará necesariamente que un árbol pueda ser peligroso. Esto es debido a que en ocasiones la velocidad de la degradación de la madera es inferior a la síntesis de madera anual (anillos de crecimiento), por lo que árboles huecos pueden tener un margen de seguridad importante frente a fracturas.

En esta unidad temática se describen los casos generales en los que no se llegue a identificar los hongos causantes de la descomposición mientras que en la Unidad temática 3 se recogen aquellos en los que esto sí sea posible. Las fichas se han elaborado según la zona del árbol donde se localicen, que serán las siguientes:

- En cruz u horquillas
- En tronco o en ramas distintas a horquillas
- En cuello o raíces

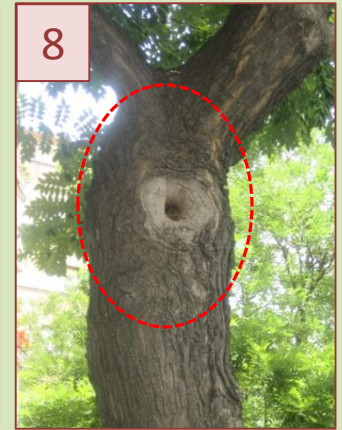


Modelos de compartimentación de una herida. Arriba compartimentador efectivo. Abajo modelo CODIT en un débil compartimentador (Ilustración adaptada del libro “Das CODIT-Prinzip” (Dujesiefken & Liese, 2008”).



Detalles de “cuernos de carnero” en un tocón

Ficha 4: Cavidades y pudriciones en cruz u horquillas



Fotos 1 y 2. Cavidad y pudrición en la parte superior de horquillas en distintos árboles. El caso de la foto 2 será más peligroso debido a la ausencia de madera de callo y al ángulo agudo de la pudrición en la zona de inserción de las ramas.

Fotos 3 y 4. En estos casos la pudrición originada en la horquilla se extiende por las ramas principales. Esto es debido a la ausencia de zonas de defensa frente a pudrición en las horquillas.

Fotos 5 y 6. Detalles de fallos estructurales en horquillas. En la foto 5, la rama principal ha fracturado a nivel de la horquilla, mientras que en la foto 6 se ha producido una cavidad muy aguda con principio de fisura en sus bordes. En este caso la probabilidad de fractura de alguna de las ramas es muy alta.

Fotos 7 y 8. Otros casos de pudriciones en la cruz. El cordón tensor en la parte superior de la unión de las ramas se encuentra intacto en ambos casos, pero será más peligroso en la foto 7 por el menor grosor de la madera de callo y la ausencia de síntesis de madera de compensación alrededor.

DESCRIPCIÓN

- La degradación de madera de la cruz u horquillas normalmente tienen su origen en la eliminación de una o varias ramas que antiguamente conformaban la horquilla y frecuentemente no se produce su “encapsulación” (ver unidad temática 2).
- A diferencia de lo que ocurre con las ramas laterales, las horquillas no tienen zona de “defensa a la pudrición” en su base, por lo que frecuentemente la pudrición se extenderá por las ramas que quedan y que permanentemente están tensionadas.

Ficha 4: Cavidades y pudriciones en cruz u horquillas

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- En la inspección a veces se observa la herida de poda que originó la pudrición. En algunos casos se desarrollarán huecos con una potente síntesis de madera de callo alrededor, mientras que en otros apenas se apreciarán signos de consolidación.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- El origen más común se encuentra en la eliminación de una o varias ramas que conformaban una horquilla o por daños mecánicos en sus proximidades, pero también puede tener su origen en la parte superior del tronco y que alcance la horquilla.
- Las esporas colonizan la madera de la herida generada y si es suficientemente grande comienzan a desarrollarse y expandirse. En numerosas ocasiones la encapsulación no llega a producirse por la formación de una cavidad.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Cualquier edad o especie, pero principalmente en árboles ya maduros.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- La pudrición de una horquilla supone una zona de debilidad estructural, pero su alcance dependerá de una serie de factores como la posición de la pudrición, la reacción del árbol y el tipo de podredumbre que produzca el hongo de pudrición (ver Unidad 3).
- De manera general la madera de cualquier especie tiene mayor resistencia a esfuerzos a tensión que a compresión, por lo que habitualmente serán más peligrosas situaciones de pudrición en la parte superior de la horquilla sometida a tensión.
- La proporción de pared residual debería ser más gruesa cuanto menor sea su calibre y cuanto mayor sea el empuje del viento sobre la rama, que dependerá a su vez de su longitud y exposición al viento. La madera de callo será un buen indicativo del grosor de la pared residual y por tanto de la peligrosidad del defecto (la confirmación de dicho grosor se obtiene con testificación instrumental).

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- El árbol reaccionará a la pudrición a través de zonas de reacción y zonas de barrera en sus inmediaciones, mientras que formará madera de compensación y de callo alrededor de la herida.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Pudrición avanzada asociada con fisuras, uniones débiles de ramas u otros defectos
- Desvitalización o ausencia de callo
- Ramas ahiladas (largas y finas).
- Cavidades abiertas que afectan a más del 35 % de su perímetro, aún con un potente síntesis de madera de callo alrededor.
- Que el ángulo inferior de la cavidad o de la pudrición sometida a tensión sea muy agudo.
- En frondosas, que normalmente generan madera de reacción por el lado a tensión, la aparición de pudriciones pardas (p.ej. *Laetiporus sulphureus*) o pudrición blanca simultánea por el lado a tensión (ver Unidad Temática 3) será más peligroso, en cambio en coníferas esta relación no es tan clara (observación particular de los autores).

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Evitar cortar ramas de horquillas. Si esto no es posible, procurar que la superficie de la herida sea la menor posible.
- Por motivos de riesgo, se puede eliminar la/s rama/s afectada/s, pero si el problema es grave y está en la cruz, normalmente será más práctico el apeo del ejemplar. En ocasiones, se puede acudir a sistemas de sustentación artificial.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Muy común en Madrid, tanto en ramas que conforman la copa como codos en la antigua cruz.

POSIBLES CONFUSIONES

- Con pudriciones de ramas laterales. Éstas normalmente tienen un cuello característico en su base.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- -

Ficha 5: Cavidades y pudriciones en tronco o ramas distintas a horquillas



Fotos 1 y 2. Pudrición en el tronco, probablemente ocasionada por la antigua eliminación de una rama principal. La pudrición blanca se ha extendido externa e internamente por el tronco. Se aprecia la generación de madera de compensación alrededor de la pudrición.

Fotos 3 y 4. Ejemplar de *Gleditsia triacanthos* con una cavidad abierta al exterior relativamente pequeña (originada desde heridas causadas por impactos de vehículos en la base del árbol). En la foto 4 se aprecia que la pudrición se ha extendido internamente a lo largo de la columna central del fuste.

Fotos 5 y 6. Pudrición en el tronco, con la formación de madera de callo de geometría irregular. En los ángulos más agudos se acumulan las tensiones y pueden formarse grietas que atraviesen la zona de barrera que se haya generado (barrera 4 de CODIT) y que pueden utilizar los hongos descomponedores para su expansión más allá de la zona de barrera.

Foto 7. Hueco y cancro en una *Sophora japonica* debido al crecimiento excéntrico del hongo *Inonotus hispidus* desde la columna central del cuerpo leñoso (ver ficha 7).

Foto 8. Pliegue horizontal por compresión de fibras en la base de un árbol. En algunas ocasiones estos pliegues pueden indicar la existencia de pudriciones internas.

DESCRIPCIÓN

- En esta ficha se tratan aquellas pudriciones o cavidades que se desarrollan en tronco o ramas, en posiciones distintas a la pudrición de la cruz u horquillas.
- La podredumbre puede ser superficial (ocasionada por hongos de albura), en la columna central del duramen (hongos de duramen o de corazón) o formar canchales en la periferia tras desarrollarse en el duramen (hongos de pudrición que generan canchales).

Ficha 5: Cavidades y pudriciones en tronco o ramas distintas a horquillas

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- La observación directa de la pudrición o cavidad, o indirecta a través del engrosamiento de la zona de debilidad (ver ficha 43).
- En algunas ocasiones (pocas) no se observarán síntomas de esa degradación, sobre todo en árboles desvitalizados o en especies que naturalmente poseen pocos anillos de crecimiento activos (albura delgada).

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Casi siempre a través de heridas o zonas muertas por desvitalización del ejemplar. Si el hongo no tiene capacidad patogénica, la colonización tendrá lugar en zonas en las que el duramen quede expuesto y posteriormente se desarrollará a lo largo de la columna central de madera inactiva. Por el contrario, si el hongo tiene capacidad patogénica, tras un periodo de desarrollo en el duramen este se expandirá hacia la albura. La colonización será concéntrica o excéntrica, en función del hongo que se trate.
- En ocasiones se producen cavidades superficiales originadas por la pudrición de la madera muerta expuesta o contigua a la herida.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Cualquier edad o especie.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- El efecto mecánico es variable y dependerá de numerosos factores. En general las fracturas de tronco por pudrición son menos frecuentes que la caída de árboles por fallo del sistema de anclaje y mucho menos que los fallos estructurales de ramas (tanto si se trata de roturas de ramas desde su unión en horquilla como de roturas de ramas por su zona central).
- Las pudriciones tendrán cierta repercusión en la fisiología del árbol cuando se formen zonas cancras (ver unidad temática 4).

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Zonas de reacción y zonas de barrera en las áreas de contacto con la pudrición, y madera de compensación y de callo alrededor de la herida. En los casos que se trate de pudriciones blancas será frecuente que el árbol genere gran cantidad de madera de compensación. En cambio si la pudrición es parda, puede que esto no se produzca.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Se ofrecen unas referencias orientativas de arbolado peligroso de cara a requerir una inspección más detallada (observación particular de los autores basadas en distintas publicaciones):
 - Ausencia de madera de compensación o de callo alrededor de un hueco en caso de árboles desvitalizados.
 - Cavidades abiertas más de un 35 % del perímetro o varias cavidades abiertas a una misma altura.
 - Si es posible estimar el grosor de la pared residual (por ejemplo a través de cavidades abiertas):
 - considerar peligrosas en general paredes residuales menores de 35 % del radio del tronco o de la rama.
 - si el árbol está ahilado considerar peligrosas paredes menores del 50 % del radio del tronco.
 - si el calibre es mayor de 50 cm de diámetro, considerar peligrosas paredes residuales menores de 10 cm.
 - Pudriciones avanzadas asociadas a otros defectos (inclinaciones pronunciadas, pliegues horizontales en la corteza por compresión de fibras (foto 8), presencia de cuerpos fructíferos en varias zonas del tronco, etc.)

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Evitar la aparición de heridas grandes. Si los huecos están presentes hacer una evaluación del estado del árbol.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Muy común.

POSIBLES CONFUSIONES

- No hay confusión posible en el caso general, sí puede haberla entre los hongos de pudrición que producen las pudriciones.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- En muchos casos será necesaria la evaluación instrumental para evaluar el grosor de la pared residual en puntos críticos.

Ficha 6: Cavidades y pudriciones en cuello o raíces



Fotos 1 y 2. Vista y detalle de una cavidad abierta con pudrición extendida por el cuello del árbol. Se aprecia que el compartimento central del sistema radicular ha desaparecido. La pérdida de resistencia estructural ha inducido la síntesis de madera de compensación, pero el árbol posee un elevada probabilidad de caída por fallo del anclaje al terreno o incluso de fractura a nivel del cuello.

Foto 3. Detalle de hueco en la base de un ejemplar. El estado del cuello está íntimamente relacionado con las raíces de anclaje, por lo que a pesar de que se desconoce el estado del sistema radicular, es muy probable que exista degradación radicular.

Fotos 4 y 5. Aparentemente el árbol de la foto 4 es más peligroso que el de la foto 5 debido, entre otras razones, a la escasa formación de madera de callo alrededor de los huecos y a que existe regresión cambial. No obstante se desconoce a ciencia cierta cual es el estado de las raíces estructurales de ambos.

Foto 6. Vista de una cavidad abierta en la base de un árbol peligroso.

Foto 7. Pudrición en tronco y base de un árbol. La degradación a nivel de la base es superior a la del tronco.

DESCRIPCIÓN

- Típicamente tiene su origen en cortes o heridas de raíces principales o heridas a nivel del cuello.
- La degradación del sistema radicular es generalmente peligrosa y puede provocar la caída del árbol entero.

Ficha 6: Cavidades y pudriciones en cuello o raíces

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- La observación directa de la pudrición o cavidad en la base o en raíces superficiales.
- La aparición de engrosamientos excesivos a nivel del cuello (ver ficha 43), de pliegues en la corteza por compresión de fibras o exudaciones oscuras en la base (ver ficha 40).
- La aparición de regresión o decaimiento de la copa, indicativas de alteraciones en las raíces fisiológicas del árbol.
- En algunas ocasiones (pocas) el único síntoma de pudrición será la aparición de los cuerpos fructíferos. En este caso la identificación del hongo de pudrición será importante para determinar el riesgo del árbol.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- El más común será heridas o raíces muertas como consecuencia de la actividad humana. En muchos casos también son originados por la edad avanzada del árbol, ya que el compartimento central del árbol comienza a degradarse de forma natural si éste queda desconectado de zonas del tronco fisiológicamente activas.
- Rizomorfos, común en hongos del género *Armillaria* (ver ficha 23)
- Raíces que previamente han sido infectadas por *Armillaria mellea*.
- Ciertas situaciones de estrés o descensos de vitalidad del árbol pueden predisponer a la colonización de hongos xilófagos.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Cualquier edad o especie, pero principalmente en árboles maduros o viejos.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- La aparición de podredumbre en la base o raíces de un árbol es un aspecto muy problemático y peligroso, en primer lugar porque puede suponer la caída de un árbol completo, con toda su superficie, peso y dimensiones, y por otro lado porque no es posible hacer una evaluación visual completa del estado y distribución de las raíces de anclaje sin instrumentos avanzados de inspección.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- En los casos que se trate de pudriciones en las que se produce una pudrición blanca (especialmente con delignificación selectiva), será frecuente que el árbol genere un gran engrosamiento alrededor formado por madera de compensación.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- La aparición de síntomas de regresión o decaimiento en copa.
- La observación de obras o zanjas junto al árbol
- La aparición de cuerpos fructíferos de hongos de raíz (*Inonotus dryadeus*, *Meripilus giganteus*, *Ganoderma resinaceum*, *Ustulina deusta*, *Armillaria mellea*, etc.).
- Una pudrición originada en las raíces que se extienda por el tronco hasta una gran altura, indicará un alto grado de degradación.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Evitar el corte de raíces que puedan predisponer al árbol a la colonización de los hongos.
- Por motivos de riesgo, en ocasiones habrá que apelear el árbol.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Muy común.

POSIBLES CONFUSIONES

- Con algunos hongos de pudrición de tronco o ramas, aunque muchos de ellos no suelen degradar el cuello o raíces. Éste es el caso de *Inonotus hispidus*, que, aunque los canchros originados alcancen la base, no suelen producir pudriciones severas en las raíces de estos árboles (antes suele producirse las fracturas de partes aéreas).

INFORMACIÓN ADICIONAL

- En muchos casos será necesaria la evaluación instrumental para valorar el estado interno del cuello.

Cavidades y pudriciones con identificación del agente descomponedor



Unidad temática 3: Cavidades y pudriciones con identificación del agente descomponedor

La descomposición de la madera es fundamental en el ciclo de los nutrientes para el mantenimiento de los ecosistemas biológicos naturales, principalmente forestales, pero sus efectos pueden ser indeseados en ambientes urbanos, ya que en ocasiones pueden generar problemas de estabilidad y, por tanto, ocasionar daños personales o económicos.

Los hongos son los organismos más importantes capaces de degradar la madera y alterar sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, pero relativamente pocas especies lo hacen (también algunas bacterias e insectos son capaces). A estos hongos se les llama **hongos xilófagos, hongos descomponedores** o simplemente **hongos de pudrición**. Se diferencian de otros llamados **hongos colonizadores o pioneros** (algunos mohos, hongos que producen azulados de la madera, otros hongos cromógenos que producen cambios de color de la madera, etc.), porque son capaces de degradar los polímeros complejos (lignina, celulosa y hemicelulosa) que conforman la pared celular del xilema, y que estos hongos utilizan como fuente de carbono en su nutrición.

Según la **función** que tienen los hongos en la naturaleza, los hongos de pudrición pueden pertenecer a alguno de los siguientes grupos:

- **Saprófitos o saprótrofos:** Desarrollan todo su ciclo vital sobre materia orgánica inerte.
- **Parásitos:** Aquellos que viven a expensas del material nutritivo de otro ser vivo llamado huésped, perteneciendo éste a la especie perjudicada. Algunos hongos parásitos se denominan **patógenos** cuando ocasionan un daño mayor que el que cabría esperar si éste únicamente produjera la absorción de nutrientes como parásito. **Parásitos obligados** (también biotróficos o biotrofos) son aquellos que no son capaces de desarrollarse en materia orgánica muerta, mientras que aquellos que no necesitan un sustrato vivo para sobrevivir se denominan **parásitos no obligados**. Apenas existen casos de hongos de pudrición que sean parásitos obligados, por lo que la mayoría de los hongos capaces de colonizar células vivas primero destruyen una célula parasitada y luego absorben sus nutrientes (parásitos necrotróficos).

Ciertos hongos se comportan en alguna fase de su vida o bajo ciertas condiciones como parásitos o como saprófitos.

Por la **zona** en que preferentemente se encuentran en un árbol, los hongos pueden clasificarse como:

- **Hongos de raíz**
- **Hongos de raíz y cuello**
- **Hongos de tronco y ramas.**

Algunos hongos pueden encontrarse en varias zonas. Por ejemplo *Laetiporus sulphureus* o *Ganoderma adspersum*.



Carpóforo de *Inonotus hispidus*

Por su **preferencia por una parte concreta de la madera** en sus primeras fases de desarrollo, se puede hablar de:

- **Hongos de albura:** No son capaces de desarrollarse en el duramen por la presencia de polifenoles o terpenos en este tejido, por lo que afectan preferentemente a la albura. Se caracterizan por su capacidad de colonizar tejidos muertos o debilitados, y por tener un crecimiento típico que se desarrolla desde el exterior del leño hacia el interior. Algunos ejemplos de hongos que invaden la albura en árboles debilitados son *Schizophyllum commune* o *Trametes versicolor*.
- **Hongos de duramen (o de corazón):** Al comienzo de desarrollo se encuentran restringidos al duramen o falso duramen del árbol. Una vez establecidos, y si tienen capacidad patogénica, se expanden concéntricamente hacia la periferia (hacia el cambium vascular). Un ejemplo típico de este tipo de hongos puede ser *Phellinus pini*.
- **Hongos que generan canchales, con su desarrollo inicial en el duramen:** Una vez el hongo se ha instalado en la zona central del tronco, se expande excéntricamente por una franja de la albura, provocando la muerte del cambium vascular en la franja de expansión y generando de esta manera canchales. Un ejemplo típico de este tipo de hongos es *Inonotus hispidus*.

Por la forma en la que los hongos producen la degradación de la madera, hay tres **tipos de pudrición**:

- Pudrición parda, marrón o cúbica: Degradación de la celulosa y hemicelulosa de la pared celular, permaneciendo la lignina que le da un color marrón.
- Pudrición blanca (también llamado pudrición fibrosa en algunos textos): Los formas en que se produce la degradación de madera en este tipo de pudrición es muy diversa, no obstante se reconocen dos formas de degradación:
 - Delignificación selectiva (delignificación preferente o pudrición blanca selectiva): A principio se degrada mayor cantidad de lignina, mientras que la celulosa y hemicelulosa lo hace más lentamente.
 - Pudrición simultánea (o corrosiva): Lignina, celulosa y hemicelulosa se degrada más o menos al mismo tiempo.
- Pudrición blanda (o alveolar): Se caracteriza por el crecimiento preferente de las hifas del hongo en el interior de la pared secundaria de la pared celular mientras que la laminilla media permanece casi inalterada. Se reconocen dos tipos:
 - pudrición blanda de tipo 1 que la degradan parcialmente mediante cavidades longitudinales
 - pudrición blanda de tipo 2 que produce la degradación completa de la pared secundaria.



Fructificación de *Ganoderma* sp.

Para colonizar los **tejidos de las partes aéreas del árbol**, los hongos pueden utilizar alguna de las siguientes **estrategias o vías de colonización**:

- A través de heridas o madera muerta que antes estaba protegida por la corteza (el más común).
 - Colonización de heridas con duramen expuesto. Para que se inicie la colonización y posterior desarrollo de estos hongos, sus esporas deben alcanzar heridas con bastante madera fisiológicamente inactiva. Por este motivo la probabilidad de infección se ve incrementada en heridas de mayores dimensiones.
 - Colonización y desarrollo desde heridas inicialmente pequeñas (parásitos de heridas). Por ejemplo se ha demostrado que *Inonotus hispidus*, puede colonizar heridas de calibres inferiores a 2,5 cm (McCracken, Toole, Schwarze, Sinclair & Lyon, 1969, 1974, 2000, 2005).
- Manteniéndose de forma latente en árboles sanos, de modo que cuando el árbol sufre un episodio de gran debilidad se vuelven activos, produciendo grandes daños en el árbol en poco tiempo (frecuencia ocasional). Hongos endófitos.
- A través de insectos. Al ser transportados de un árbol a otro por insectos (poco frecuente en hongos descomponedores).
- Manteniéndose latentes en ramitas muertas o moribundas hasta que, por el crecimiento diametral del árbol y tras décadas de latencia, quedan incluidos en el duramen, momento que aprovechan para desarrollarse (muy poco frecuente).

Para colonizar los **tejidos de las raíces del árbol**, los hongos pueden utilizar alguna de las siguientes **estrategias o vías de colonización**:

- A través de heridas o raíces muertas (el más común).
- A través de órganos vegetativos oscuros, de aspecto similar a raicillas de árboles (rizomorfos), cuya función es extenderse por el suelo desde tocones o raíces infectadas y alcanzar de esta manera otras raíces. Es común en hongos del género *Armillaria*.
- A través de raíces que previamente han sido infectadas por *Armillaria mellea* (p. ej. *Phaeolus schweinitzii*).
- Aprovechando ciertas situaciones de estrés o descensos de vitalidad del árbol, que pueden predisponer a las raíces frente a la colonización por hongos xilófagos.

Ficha 7: Hongos de copa y tronco. *Inonotus hispidus*

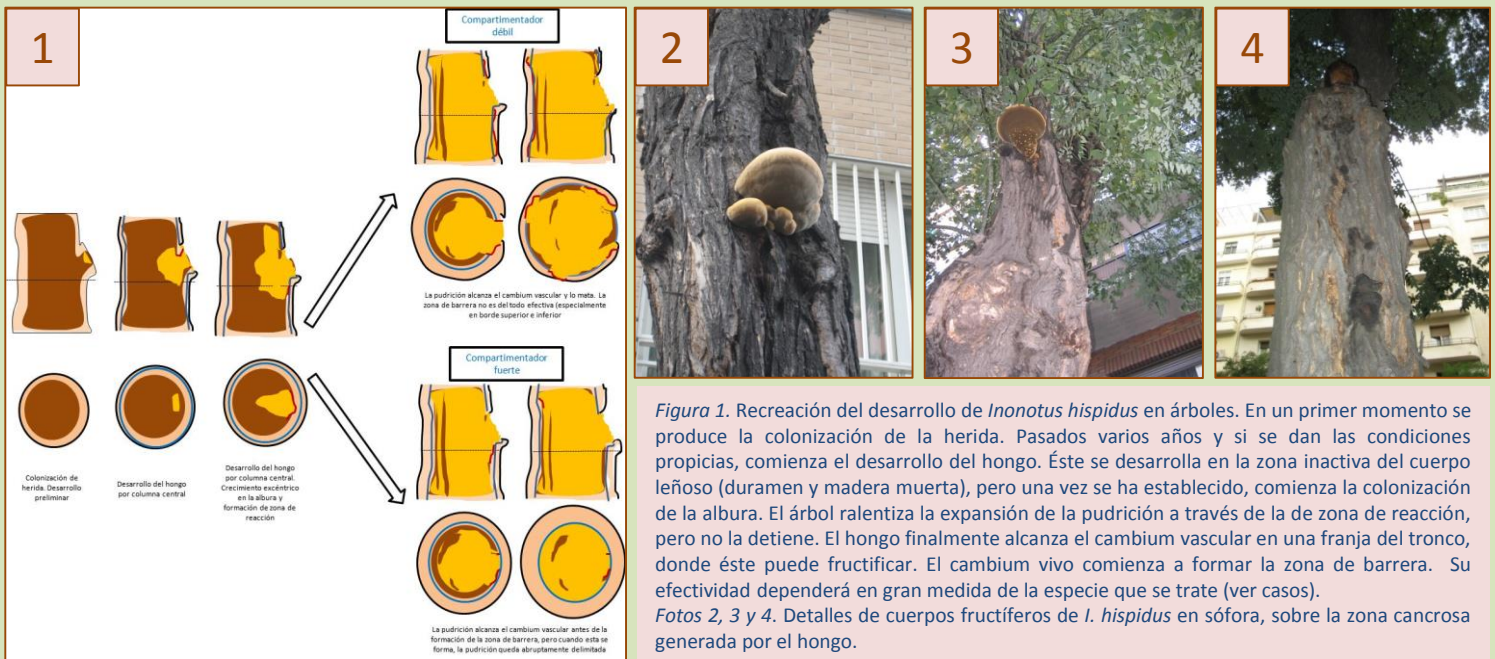


Figura 1. Recreación del desarrollo de *Inonotus hispidus* en árboles. En un primer momento se produce la colonización de la herida. Pasados varios años y si se dan las condiciones propicias, comienza el desarrollo del hongo. Éste se desarrolla en la zona inactiva del cuerpo leñoso (duramen y madera muerta), pero una vez se ha establecido, comienza la colonización de la albura. El árbol ralentiza la expansión de la pudrición a través de la zona de reacción, pero no la detiene. El hongo finalmente alcanza el cambium vascular en una franja del tronco, donde éste puede fructificar. El cambium vivo comienza a formar la zona de barrera. Su efectividad dependerá en gran medida de la especie que se trate (ver casos). Fotos 2, 3 y 4. Detalles de cuerpos fructíferos de *I. hispidus* en sófora, sobre la zona cancerosa generada por el hongo.

DESCRIPCIÓN

- *Inonotus hispidus* es, con mucho, el hongo de pudrición más común en Madrid.
- Parásito de heridas que coloniza partes aéreas del árbol (tronco o ramas). Si se halla en la base, normalmente será porque se ha extendido desde el tronco y no suele generar problemas de anclaje por pérdidas radiculares (observación particular de los autores).
- Inicialmente origina podredumbre en la zona central del tronco o rama afectadas, y, una vez instalado, desarrolla un crecimiento excéntrico en dirección radial. De esta manera se produce un debilitamiento de la estructura a nivel del duramen, así como una desecación y muerte de la albura, cambium y corteza (floema) de las zonas afectadas produciendo canchales de aspecto necrótico.
- Tiene capacidad de sobrepasar las zonas de reacción de los árboles (barreras 1, 2 y 3 de CODIT). El modo habitual de degradación será la pudrición blanca simultánea, pero varía su estrategia para continuar su avance en la época de parada vegetativa produciendo una pudrición blanda. Esta estrategia permite que las hifas del hongo penetren en la pared secundaria de la pared celular mientras el árbol se encuentra inactivo, traspasando, de esta manera, la zona de reacción generada por el árbol.
- No obstante, es considerado un hongo de patogeneidad moderada (Schwarze & Fink, 1997), ya que generalmente no es capaz de sobrepasar las zonas de barrera (barrera 4 de CODIT) de numerosas especies. Este es un aspecto clave para evaluar los distintos casos que se pueden encontrar. Por su frecuencia en Madrid, se distinguen cinco:

Caso 1: *I. hispidus* en *Fraxinus spp.* y *Sophora japonica* (ejemplos de débiles compartimentadores).

Caso 2: *I. hispidus* en *Platanus x hybrida* (ejemplo de fuerte compartimentador).

Caso 3: *I. hispidus* en *Ulmus spp.*

Caso 4: *I. hispidus* en *Populus spp.*

Caso 5: *I. hispidus* en *Morus spp.*

Ficha 7: Hongos de copa y tronco. *Inonotus hispidus*

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Los cuerpos fructíferos aparecen anualmente de agosto a noviembre. El carpóforo fresco tiene consistencia esponjosa-acuosa. Los poros exudan un líquido hialino-amarillento en forma de gotitas de rocío y cambian de color al tocarlos. Es amarillo cuando se está formando, marrón en la madurez y casi negro cuando es viejo. El píleo está tupido por una pilosidad de color marrón rojizo.
- En ausencia de carpóforos su presencia se evidencia por la típica aparición de franjas de corteza necrosada (cancros) con madera descompuesta en la franja. Generalmente la corteza se mantiene adherida al tronco, a pesar de la muerte del cambium vascular.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- *I. hispidus* coloniza heridas frescas (heridas de poda, ramillas rotas, etc.) probablemente en el momento en que se producen (Butin, 1995; Schwarze, 2000). Lugares típicos de infección se encuentran a unos 2-5 m de altura sobre el suelo (Sinclair & Lyon, 2005).
- Desde que se produce la infección hasta que comienza a desarrollarse la pudrición, pueden transcurrir varios años.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- En un amplio rango de especies frondosas viejas, maduras o jóvenes, pero raro en recién plantados. En Madrid es especialmente frecuente en *Sophora japonica*, *Populus spp.*, *Platanus x hybrida*, *Ulmus spp.*, *Morus spp.* y *Fraxinus spp.*

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Ver casos.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- La resistencia de las zonas de reacción y de barrera dependerá en gran parte de la especie y la vitalidad del ejemplar (ver casos).

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Cuerpos fructíferos en distintas zonas del árbol indicará que la pudrición se encuentra muy extendida (puede haber varios focos).
- Los hongos son organismos heterótrofos, por lo que cuerpos fructíferos muy grandes y anuales, indicará generalmente grandes cantidades de madera degradada en los últimos años. No obstante, cuerpos fructíferos pequeños pueden encontrarse en zonas con grandes pérdidas estructurales.
- Los árboles afectados se encuentran desvitalizados o pertenecen a una especie con escasa proporción de albura/madera inactiva.
- Los cuerpos fructíferos emergen directamente de la corteza del árbol, así como amplios cancrs sin apenas callo alrededor.
- Las ramas ahiladas serán bastante más peligrosas que las ramas menos espigadas.
- Ramas afectadas por cancro en zona sometida a tensión, así como aparición de varias zonas necrosadas en una misma sección.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Evitar la época de mayor concentración de inóculo (esporas) en el ambiente cuando se realizan las podas (agosto-noviembre).
- Se verían reducidas las infecciones si las podas se ejecutan sobre ramas del menor calibre posible.
- Es posible que en un futuro próximo puedan emplearse hongos antagonistas (*Trichoderma spp.* y otros), tanto con carácter preventivo (Schubert *et al*, 2008a, 2008b, 2008c), como para detener el proceso de pudrición (Schwarze, 2010 y 2012).

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Muy alto en Madrid. Interviene en la gran mayoría de fracturas de sóforas debilitadas por pudriciones en viario, especialmente en aquellos distritos donde abunda. También causa frecuentes fracturas en chopos, olmos y fresnos.

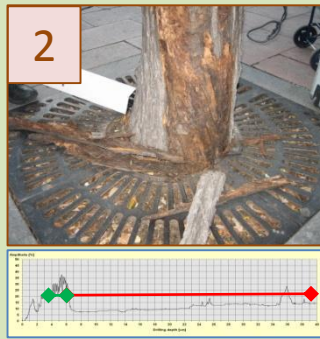
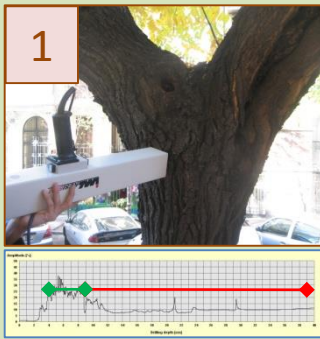
POSIBLES CONFUSIONES

- Con otros hongos de la misma familia que también originan cancrs y pudrición como *I. tamaricis* (que sólo se encuentra en *Tamarix sp.*), *Phellinus pomaceus* (en rosáceas) o *Fomitiporia sp.*, con fructificaciones resupinadas (pegadas a la corteza).

INFORMACIÓN ADICIONAL

- En el sur de Estados Unidos los cancrs aumentan longitudinalmente un promedio 15 cm por año, mientras que la pudrición en el duramen se incrementa como promedio 35 cm, por encima y por debajo del cancro (Sinclair & Lyon, 2005).

Ficha 7. Caso 1: *I. hispidus* en *Fraxinus* spp. y *Sophora japonica* (ejemplos de débiles compartimentadores).



Fotos 1 y 2. Testificaciones realizadas en árboles que presentan canchros en zona afectada. En ambos casos la pared residual, formada por madera en buen estado es muy escasa (color verde), mientras que el interior del cuerpo leñosos se encuentra muy degradado (color rojo).

Foto 3. Cuerpos fructíferos en la comisura del callo generado por un árbol que aún mantiene cierta vitalidad. La madera de callo se inició hace varios años, momento en que se formó la zona de barrera. Exteriormente el hongo no ha colonizado el cambium vascular del labio cicatricial pero se desconoce si lo ha podido atravesar internamente a través de pequeñas grietas entre fibras, áreas de la zona de barrera de peor calidad, etc.

Foto 4. Una rama ha fracturado por la acción del hongo. Se aprecia que el árbol apenas había generado callo.

Fotos 5 y 6. Árbol con sus dos ramas fracturadas, debido a la extensa podredumbre originada por *Inonotus hispidus*.

Fotos 7 y 8. Detalle de canchro en el tronco. En la foto de detalle se aprecia regresión del callo y la aparición de cuerpos fructíferos más allá del antiguo labio cicatricial.

DESCRIPCIÓN

- El fresno y la sófora son dos especies que no contienen suberinas en sus zonas de reacción (barreras 1, 2 y 3 de CODIT generadas en la albura) ni en sus zonas de barrera (barrera 4 de CODIT generada por el cambium vascular) (Pearce & Woodward, 1986; Pegg & Ayres, 1987, Schwarze *et al.*, 2000). Esto les confiere una escasa capacidad para compartimentar hongos de pudrición ya consolidados (Schwarze *et al.* 2000).

Ficha 7. Caso 1: *I. hispidus* en *Fraxinus* spp. y *Sophora japonica* (ejemplos de débiles compartimentadores).

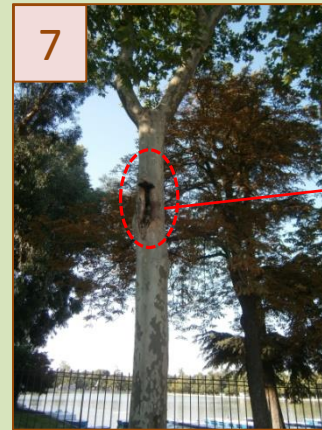
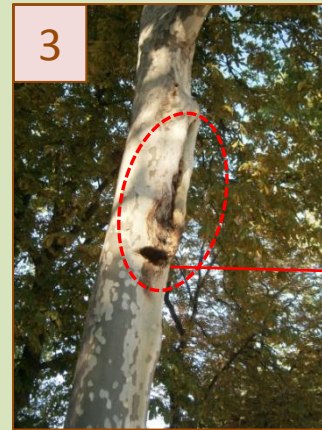
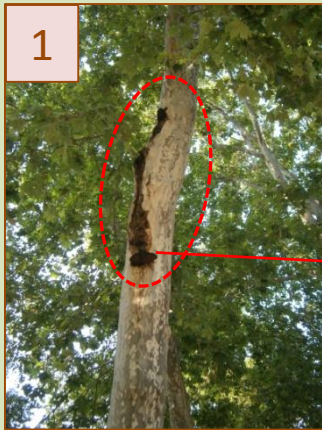
EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- En estas especies el efecto biomecánico será casi siempre grave, y por tanto es causa muy frecuente de fractura, particularmente en árboles desvitalizados.
- No obstante si el árbol tiene una buena vitalidad, pueden pasar años hasta que llegue a fracturar, ya que al hongo le costará más colonizar la madera neoformada a partir de la zona de barrera, especialmente en sentido radial, y el ritmo de generación de madera ser superior o igual al de la madera degradada.
- En sentido longitudinal, el hongo avanza mucho más fácilmente, por lo que al final se observan anchas bandas de zona cancosa y el callo en la cara superior de la lesión apenas aparece en muchos casos.
- En cuanto a los efectos fisiológicos, la muerte parcial de la albura y del cambium vascular tendrá un efecto negativo en el árbol, cuya repercusión suele ser escasa. No obstante si el perímetro de la rama o del tronco afectado es considerable, puede contribuir negativamente en la desvitalización del árbol. También se piensa que el efecto parasitario del hongo en ramas no muy gruesas, desde heridas de poda, puede conducir a desvitalizaciones fuertes de dichas ramas e incluso originar que éstas se sequen completamente (observación particular de los autores). Estos efectos, al igual que en los efectos mecánicos, serán más graves en especies con capacidad de compartimentación más débil.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Los estudios realizados de interacción *Fraxinus excelsior*-*I. hispidus* realizados al microscopio, muestran esta escasa capacidad del árbol para compartimentar la pudrición de este tipo de hongo. La interacción *Sophora japonica*-*Inonotus hispidus* no se ha evaluado bajo microscopio pero parecen casos muy similares, probablemente porque en ninguna de las dos especies ni la zona de reacción ni la de barrera está suberizada (Pearce & Woodward, 1986; Pegg & Ayres, 1987).
- Además a diferencia de lo que ocurre con el plátano, los radios xilemáticos son fácilmente degradados por el hongo, lo que origina la aparición de grietas en la dirección circunferencial cuando la madera se seca. A causa de estas diferencias en la degradación de la madera y en la respuesta de defensa específica de cada hospedante, la pudrición en sófora o fresno es más peligrosa que en plátano.

Ficha 7. Caso 2: *I. hispidus* en *Platanus x hybrida* (ejemplo de fuerte compartimentador)



Fotos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8. Vistas de dos plátanos en los que se aprecia la aparición de zonas canchosas y cuerpos fructíferos en su borde superior e inferior. Generalmente se producen estrechas franjas verticales de corteza necrosada (cancros), que el hongo difícilmente puede sobrepasar. Las zonas en contacto con la zona de barrera generalmente parecen ser de mayor actividad del hongo, por lo que en estas comisuras suele fructificar.

DESCRIPCIÓN

- En plátano, la zona de reacción únicamente ralentiza el avance de la pudrición, mientras que la zona de barrera la detiene abruptamente por los elevados depósitos de suberinas en su composición (Schwarze, 2000). Este es uno de los motivos principales por la que la pudrición ocasionada por *Inonotus hispidus* no es tan peligrosa como lo es en sófora o fresno.

Ficha 7. Caso 2: *I. hispidus* en *Platanus x hybrida* (ejemplo de fuerte compartimentador)

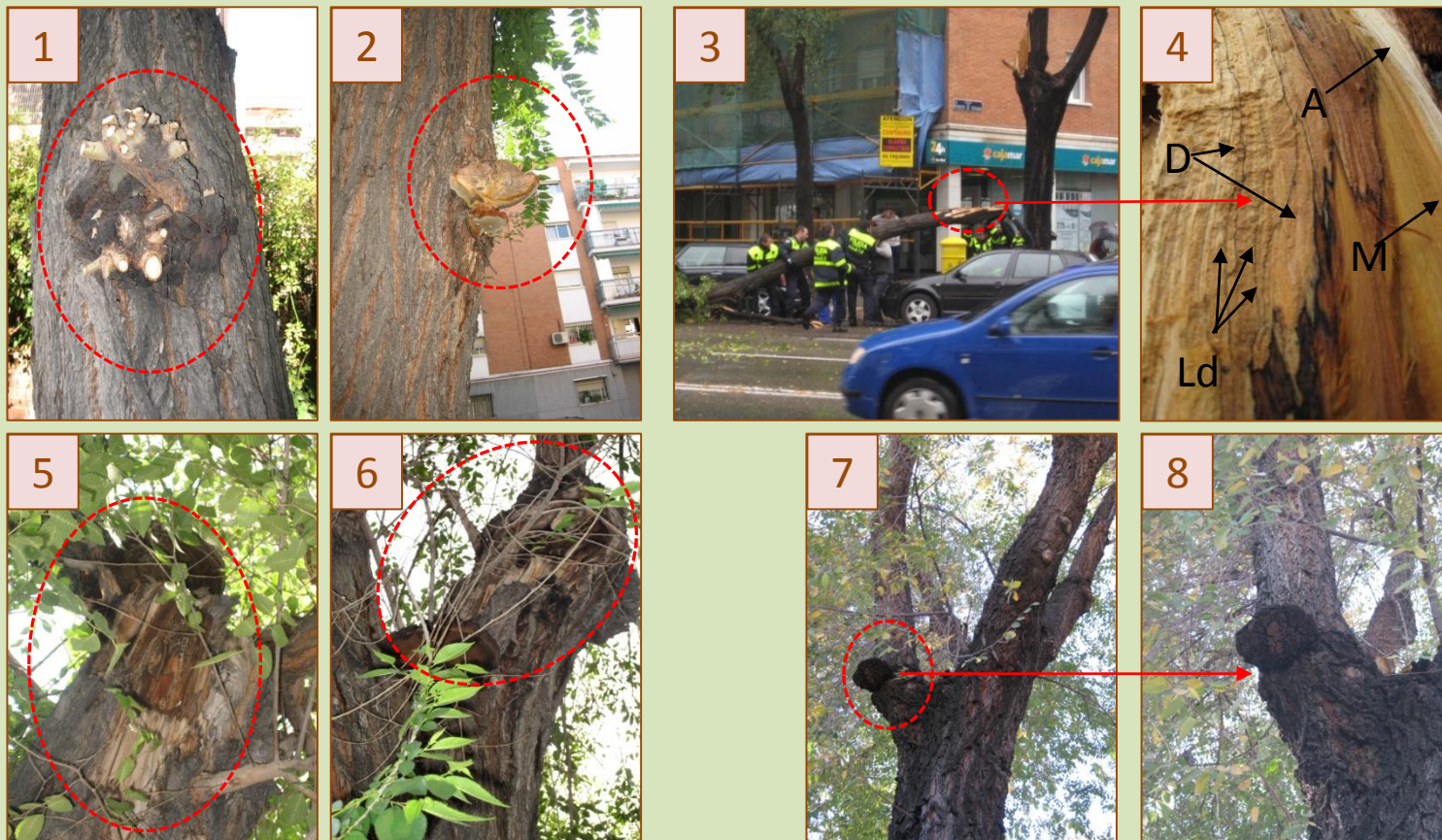
EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- En la mayoría de los casos no se genera un riesgo grave, a menos que el árbol tenga una vitalidad muy baja. La zona de barrera detiene el avance de la pudrición, por lo que a medida que el árbol incrementa su grosor, su seguridad irá siendo cada vez mayor.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- El hongo es capaz de variar su estrategia de pudrición en la época en que se detienen los procesos fisiológicos del árbol (parada invernal) y traspasar la zona de reacción, donde se acumulan sustancias antifúngicas (polifenoles). Este hecho se puede ver a simple vista sobre la madera cortada, ya que los rayos xilemáticos en plátano no son degradados hasta que la pudrición se encuentra muy avanzada. Por tanto las zonas de reacción del plátano únicamente pueden ralentizar el avance del hongo pero no lo detendrá.
- La zona de barrera es, en cambio, capaz de detener el avance de la pudrición en la mayoría de los casos, debido a que grandes cantidades de suberinas se forman en las células durante la formación de la zona de barrera, lo que, entre otros motivos le confiere al plátano la consideración de fuerte compartimentador. Únicamente en sentido longitudinal al árbol parece haber algo de regresión, probablemente por grietas que se producen en la zona de barrera por tensiones acumuladas en los ángulos más agudos (observación particular de los autores basada en distintas publicaciones).
- En resumen, *Inonotus hispidus* no es capaz de sobrepasar en la mayoría de los casos la zona de barrera del plátano, por lo que se originan grandes costillas de madera de callo alrededor de las heridas o zonas de corteza necrosada. En cambio la zona de reacción sólo puede detener la extensión de la pudrición durante cortos periodos de tiempo (periodo estival), que el hongo es capaz de sobrepasar en invierno hasta que éste alcanza la zona del cambium vascular.

Ficha 7. Caso 3: *I. hispidus* en *Ulmus* spp.



Fotos 1 y 2. Detalles de cuerpos fructíferos en el tronco. Los canchros generados son poco evidentes.

Fotos 3 y 4. Vista y detalle de una rama de grandes dimensiones que cayó en la vía pública. En el detalle se aprecia un elevado grado de degradación de la madera interna (D), surcado por una serie de líneas oscuras que son líneas de demarcación, también llamadas zonas pseudoescleróticas o pseudoesclerocios de los hongos (Ld). También se aprecia una albura activa (A) muy delgada y madera inactiva sin degradar (M). La zona de reacción del árbol es muy tenue y poco visible.

Fotos 5 y 6. Detalles de heridas por fractura de ramas en dos olmos, en los que se aprecian cuerpos fructíferos junto a la herida originada.

Fotos 7 y 8. Cuerpo fructífero que se observa en una pequeña cavidad en la rama. A parte de la presencia del carpóforo, apenas se observan síntomas de degradación interna.

DESCRIPCIÓN

- No se han hecho estudios microscópicos de interacción entre olmos e *Inonotus hispidus*, pero se supone que se trata de un caso más próximo al fresno (y por tanto de similar peligrosidad) que al plátano.
- Los cuerpos fructíferos suelen aparecer cuando existe un elevado grado de degradación. Normalmente aparecen pocos cuerpos fructíferos en un mismo árbol, pero su presencia indicará descomposición interna, en cuyo caso es recomendable realizar inspección instrumental para evaluar el grado de las pérdidas estructurales ocasionadas.

Ficha 7. Caso 3: *I. hispidus* en *Ulmus* sp.

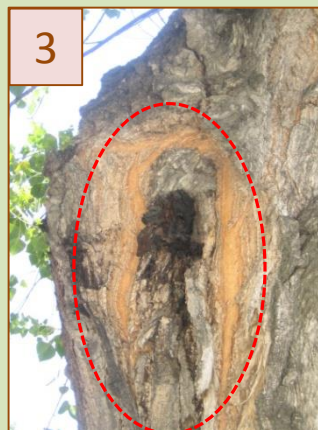
EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- En olmo es frecuente las fracturas ocasionadas por *I. hispidus*, pero en muchas ocasiones no se aprecian signos claros de su presencia.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Muchos olmos poseen una escasa proporción de albura en relación al duramen muerto, por lo que si *I. hispidus* o cualquier otro hongo llega a desarrollarse en el duramen, cuando alcanza la albura existe una escasa capacidad de respuesta activa frente a la pudrición. Esto es debido a que en la delgada albura, compuesta por unos pocos anillos anuales de crecimiento, hay pocas células parenquimáticas que son las responsables de esta respuesta. Asimismo ramas con alburas delgadas en las que el hongo degrade el duramen o la madera fisiológicamente inactiva serán peligrosas.
- Además debido a la gruesa corteza de los olmos, es menos visible la presencia de canchros que en otras especies, y en numerosas ocasiones se observa directamente el cuerpo fructífero que emerge de madera aparentemente sana.
- Por los dos motivos anteriores, el olmo no siempre presenta signos de consolidación estructural cuando se desarrolla podredumbre (de cualquier tipo), y es frecuente que se produzcan fracturas sin previo aviso. De hecho mucha gente que trabaja con los árboles opina que el olmo es “traicionero” ya que no es fácilmente identificable los defectos bajo la gruesa corteza del árbol y porque muestra pocos signos de debilidad estructural, antes de que falle su estructura.
- Los compuestos fenólicos que se depositan en la zona de reacción y suberinas en la zona de barrera, a pesar de que existen (a diferencia de lo que ocurre en sófora por ejemplo), parecen depositarse de manera dispersa y por tanto menos efectiva que lo que ocurre en la zona de barrera del plátano.
- En general *Inonotus hispidus* será menos peligroso en olmos con buena vitalidad y alburas anchas, ya que su capacidad de respuesta será mayor.
- En ramas de olmo fracturadas y afectadas por *I. hispidus*, es común observar “líneas de demarcación” o “zonas pseudoescleróticas” intercaladas entre la madera muerta. Estas líneas son estructuras generadas por el hongo para protegerse él mismo o delimitar una porción del sustrato colonizado frente a otros hongos. También son generadas para protegerse de condiciones desfavorables.

Ficha 7. Caso 4: *I. hispidus* en *Populus* spp.



Fotos 1 y 2. Detalles de cuerpos fructíferos en rama y tronco, en los que se aprecia la muerte de cambium vascular en una franja del cuerpo leñoso afectado (cancro).

Foto 3. Restos de cuerpos fructíferos en una zona cancosa de la cruz, en la que se aprecia la generación de madera de reacción y de madera de callo alrededor. La cruz se encuentra muy engrosada gracias a la respuesta del árbol frente a la pérdida de resistencia estructural.

Fotos 4 y 5. En estas imágenes apenas se aprecia cancro bajo la espesa corteza.

Foto 6. En este árbol completamente desvitalizado, el grado de degradación de la madera es muy elevado, con una probabilidad de fractura muy alta.

Fotos 7 y 8. Detalle de cuerpos fructíferos en ramas secas o prácticamente secas. La rama izquierda de la foto 8 fracturó a la semana de sacar la fotografía.

DESCRIPCIÓN

- Los cuerpos fructíferos en chopo (es poco frecuente en *Populus alba*) suelen ser de mayor tamaño, probablemente por la cantidad de material degradado en poco tiempo. Generalmente estos emergerán desde heridas de poda o desde canchros más o menos ocultos bajo la gruesa corteza. Se ha sugerido que la especie que afecta a los chopos no se trata en realidad de *I. hispidus* sino de una especie muy próxima (*I. Pseudohispidus* o *I. levis*), pero no ha sido confirmado a través de publicaciones científicas.
- El hongo se encuentra frecuentemente asociado a fracturas. Muchas veces aparecen los carpóforos en ramas secas o desvitalizadas.

Ficha 7. Caso 4: *I. hispidus* en *Populus spp.*

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- El hongo se encuentra frecuentemente asociado a fracturas de ramas de chopo. Muchas veces se encuentra en ramas secas o desvitalizadas, pero en ocasiones se han observado fracturas de fustes que mantenían cierta vitalidad.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- El chopo es una especie que si bien es capaz de formar tílides para el cierre del lumen de los vasos y, a pesar de que posee depósitos de suberina, no tiene propiedades efectivas que inhiban el desarrollo de los hongos en su interior, por lo que se considera un débil compartimentador de pudriciones vía zona de reacción. La zona de barrera contiene depósitos de suberina, pero tampoco parece muy efectiva.
- Una vez se desarrolla el hongo en el duramen, la zona de reacción es poco efectiva frente al avance del hongo, pero si tiene vitalidad es posible que se genere un engrosamiento en la zona afectada como respuesta a la pudrición. Si el ejemplar posee una buena vitalidad, la síntesis de madera de compensación alrededor será abundante, pero el deterioro de material también es muy rápido, especialmente porque en esta especie no se produce una acumulación de polifenoles en la madera inactiva de la columna central del tronco o rama. Es decir no existen estrategias pasivas para frenar el avance los hongos de pudrición. Por otro lado si el árbol no tiene una buena vitalidad, en numerosas ocasiones la pérdida de material resistente será superior a la madera generada para la consolidación de la estructura, lo que producirá la fractura a nivel del tronco o de la rama debilitada (observación particular de los autores).

MÁS INFORMACIÓN

- La ausencia de verdadero duramen en chopo tiene mucho que ver con la estrategia que éste tiene en la naturaleza y su papel de colonizador, al concentrar su energía en la velocidad de crecimiento y la abundante producción de semillas, abandonando por otro lado cualquier estrategia de durabilidad del ejemplar.

Ficha 7. Caso 5: *I. hispidus* en *Morus* spp.



Fotos 1, 2 y 3. Detalles de zonas cancosas en moreras, con cuerpos fructíferos de *I. hispidus*. En todos los casos parece formarse un callo cicatricial, consecuencia de que el hongo no es capaz de atravesar la zona de barrera.



Fotos 4, 5, 6 y 7. Detalles de un mismo ejemplar de morera con cuerpos fructíferos en zonas cancosas. El origen de la pudrición se encuentra en impactos de vehículos en la rama, que han aprovechado los hongos como vía de entrada para su colonización y desarrollo. A pesar de que los impactos mecánicos han continuado, la podredumbre no se han extendido mucho más allá de la zona de barrera generada por el árbol. No obstante, en la otra rama se observa la aparición de un pequeño cancro, que indicaría la extensión del hongo por el interior del cuerpo leñoso u otro foco de pudrición. En cualquier caso, la zona de reacción no es lo suficientemente fuerte para detener el avance del hongo hasta que se genera la zona de barrera.

DESCRIPCIÓN

- Al igual que ocurre en el olmo, no se han hecho estudios microscópicos de las estrategias utilizadas por *Inonotus* y de defensa de las moreras frente al avance de la pudrición. No obstante, a través de las inspecciones visuales realizadas en árboles afectados, se piensa que las moreras no poseen estrategias efectivas para evitar la colonización y desarrollo de *I. hispidus*, ni su extensión a través de zonas de reacción. No obstante parece que la zona de barrera no puede ser traspasada en condiciones normales de vitalidad. Probablemente por esto es común encontrar una gruesa formación de madera de callo alrededor de pudriciones o cavidades, especialmente en el sentido tangencial de desarrollo de la pudrición (mejores que en el sentido longitudinal).

Ficha 7. Caso 5: *I. hispidus* en *Morus spp.*

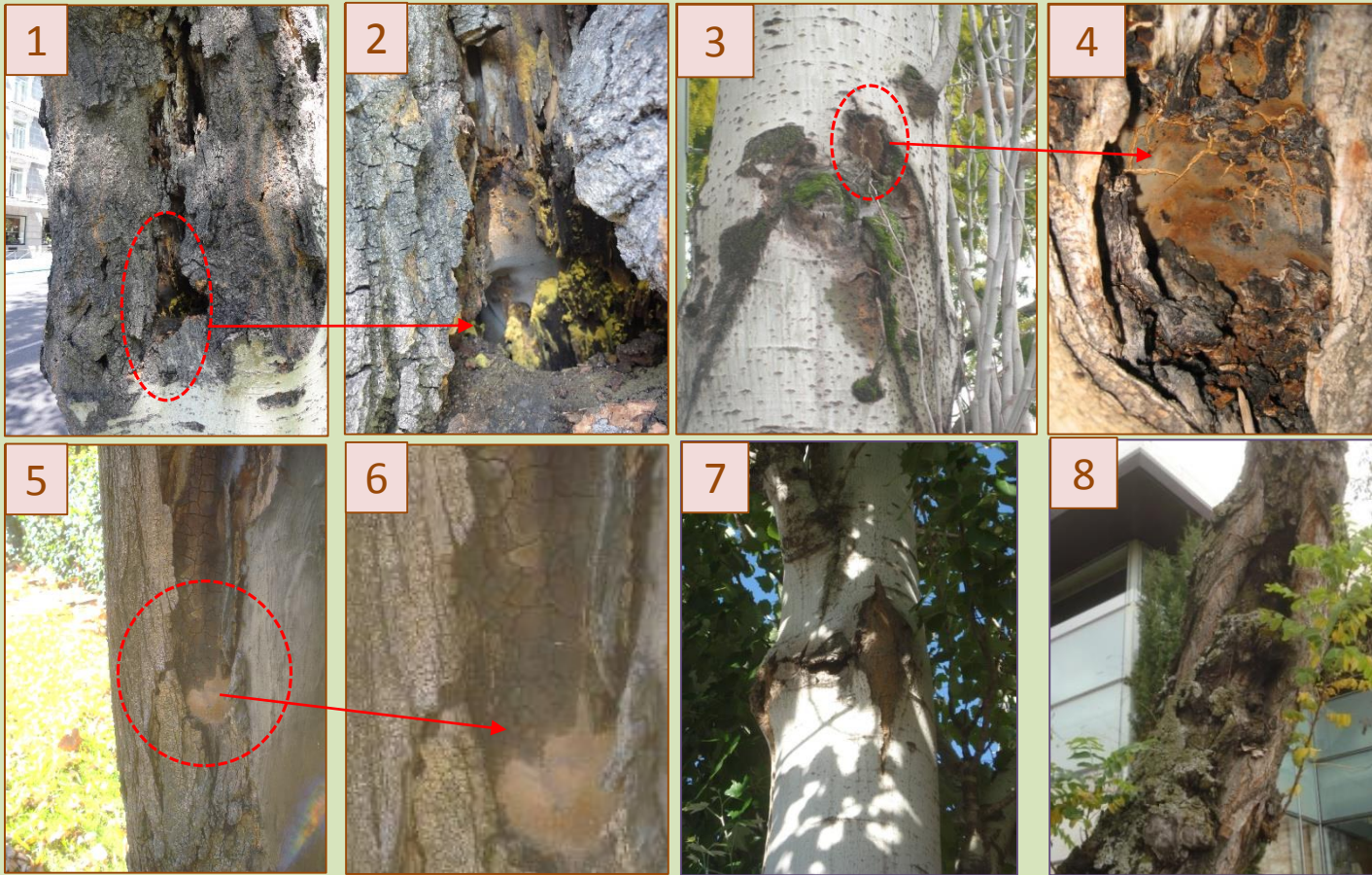
EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- En morera es habitual que se formen grandes cavidades originadas por *Inonotus hispidus*, pero no es frecuente que la pudrición traspase la madera generada a través de la zona de barrera.
- No obstante el cierre de la herida no se suele producir ya que la degradación completa de la madera colonizada (pudrición blanca simultánea que degrada tanto la lignina como la celulosa de la madera), origina una cavidad, y por tanto la madera del callo se retuerce en el interior del hueco formando “cuernos de carnero”, sin que llegue a haber “encapsulación” (ver introducción a la Unidad Temática 2). La estabilidad de la rama no dependerá sólo del grosor de la pared residual resistente, sino también de la proporción de perímetro afectado por la cavidad.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Como en otras especies, una buena vitalidad en el momento de la formación de la zona de barrera es un requisito básico para una buena compartimentación de la pudrición.

Ficha 8: Hongos de copa y tronco. *Fomitiporia punctata* (*Phellinus punctatus*).



Fotos 1, 2, 3 y 4. Ejemplares de *Populus alba* 'Bolleana' con cavidades en las que se aprecia la fructificación resupinada de *Fomitiporia punctata*. Se aprecia el color amarillento de las esporas alrededor.

Fotos 5 y 6. Ejemplar de Sōfira japónica con madera muerta originada por un incendio en el árbol. Se aprecia la colonización de la madera expuesta por *F. punctata*.

Foto 7. Aspecto típico del cancro generado por el hongo en *Populus alba* 'Bolleana'.

Foto 8. Aspecto del cancro generado por el hongo en *Robinia pseudoacacia*.

DESCRIPCIÓN

- Se trata de un hongo que, análogamente a *Inonotus hispidus*, genera pudriciones en duramen y albura, produciendo canchros en frondosas, especialmente en *Populus alba* 'Bolleana'
- Tiene un carácter parásito que origina cavidades, debilitando la estructura a nivel del duramen y también la desecación y muerte de la albura, cambium y corteza (floema) de las zonas afectadas.

Ficha 8: Hongos de copa y tronco. *Fomitiporia punctata* (*Phellinus punctatus*).

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Las fructificaciones del hongo son típicamente resupinadas (adheridas a la madera). El himenio visible es color marrón con tonos gris-azulados (desde ciertos ángulos) y se oscurece con el roce. Las esporas se depositan con frecuencia en las inmediaciones de las estructuras de fructificación y son de un color amarillo vivo.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Heridas o zonas muertas originadas p. ej. por patógenos de debilidad como *Cytospora chrysosperma* (ver ficha 28) o por fuego (observaciones propias de los autores). Posteriormente puede desecar paulatinamente los tejidos de la albura contiguos a la zona cancosa, incrementando paulatinamente sus dimensiones.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- En frondosas. Muy común en ejemplares de *Populus alba* 'Bolleana' maduros o viejos.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- El hongo suele desarrollarse preferentemente en la zona del tronco o rama más próxima al cancro que se genera y no suele extenderse mucho internamente. El efecto mecánico dependerá en gran medida de la superficie dañada así como de su profundidad.
- Al tratarse de un hongo generador de canchros, tiene cierto efecto en la fisiología del árbol, que dependerá asimismo de la porción del perímetro afectado.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- La resistencia de las zonas de reacción y de barrera dependerá en gran parte de la especie y la vitalidad del ejemplar.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Distintas zonas cancosas contiguas.
- Que los árboles afectados se encuentren desvitalizados o pertenecen a una especie con escasa proporción de albura/madera inactiva y no se aprecie reacción del árbol (síntesis de madera de compensación, formación de madera de callo, etc.).
- Que se vea afectado más de un tercio del perímetro del tronco o de la rama.
- Que esté en conjunción con otros hongos de pudrición, ya que puede en ocasiones degradar la madera junto a *Laetiporus sulphureus* (ver ficha 11) (observación particular de los autores).
- Que esté asociado a otros defectos como por ejemplo fisuras.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Evitar la aparición de heridas colonizables por hongos de pudrición.
- Si el perímetro afectado y su profundidad no son importantes, hacer revisiones periódicas para valorar su evolución. En cambio si la cantidad de madera degradada es considerable (p. ej. más de un tercio del perímetro del tronco o rama afectados) se pueden tomar medidas para prevención del riesgo (podas o apeos).

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Frecuente especialmente en *Populus alba* 'Bollena', pero no siempre se aprecian sus fructificaciones.

POSIBLES CONFUSIONES

- Con otros hongos de la misma familia que generen canchros o zonas muertas.

INFORMACIÓN ADICIONAL

-

Ficha 9: Hongos de copa y tronco. *Phellinus pomaceus* (*P. tuberculosus*)



Fotos 1, 2, 3, 4 y 5.

Fotos pertenecientes a un mismo ejemplar de *Prunus cerasifera* 'Pissardii'.

El árbol se encuentra algo desvitalizado, lo que ha favorecido la expansión del hongo en una amplia franja del tronco y ramas. Los cuerpos fructíferos aparecen en estas áreas muertas o en pudrición.

DESCRIPCIÓN

- Es muy común en *Prunus* sp., donde entra a través de heridas (por ejemplo cortes de poda). El hongo se extiende por el duramen de tronco y ramas, formando cavidades.
- Hongo de baja repercusión si se da en ejemplares de reducidas dimensiones, que genera una activa pudrición blanca de las zonas afectadas.

Ficha 9: Hongos de copa y tronco. *Phellinus pomaceus* (*P. tuberculosus*)

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Aparición de cuerpos fructíferos en especies del género *Prunus* y otras rosáceas. Sus cuerpos fructíferos son plurianuales, pileados, de color marrón claro.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Heridas en ramas o tronco y zonas con corteza muerta.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Rosáceas leñosas
- En árboles maduros o viejos.

EFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Si el árbol tiene dimensiones reducidas no suele tener una gran repercusión en el riesgo global del árbol, por lo que es importante evaluar el tamaño de las partes estructuralmente debilitadas.
- Por otro lado la repercusión del hongo en la fisiología del árbol es baja.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Generalmente el hongo origina cavidades internas y superficiales de escasa extensión. La zona de barrera no parece que sea fácilmente traspasada por el hongo (observación particular de los autores).

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- La pudrición de grandes ramas o podredumbre en horquillas que pueden evolucionar en fisuras (principalmente por el lado sometido a esfuerzos de tensión).
- La extensión de las pudriciones puede incrementarse rápidamente bajo condiciones de estrés del árbol.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- No se considera necesario tomar medidas preventivas específicas.
- Eliminación de ramas de gran tamaño por motivos de riesgo o para evitar la fractura longitudinal de horquillas en árboles valiosos. También por estos motivos se pueden instalar cableados u otros sustentaciones artificiales.
- Se recomienda vigilar la extensión y el grado de pudrición de grandes ramas, así como la formación de fisuras en el árbol.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Moderada en viario, siempre con especies de la familia de las rosáceas y frecuente en parques y jardines donde se encuentran ejemplares de mayor edad.

POSIBLES CONFUSIONES

- Al encontrarse en huéspedes tan específicos, es difícil de confundir con otras especies. No obstante es posible confundirlo con otras especies de hongos del orden Hymenochaetales (*Phellinus*, *Fomitopsis*, *Inonotus*, *Oxyporus*, etc.).

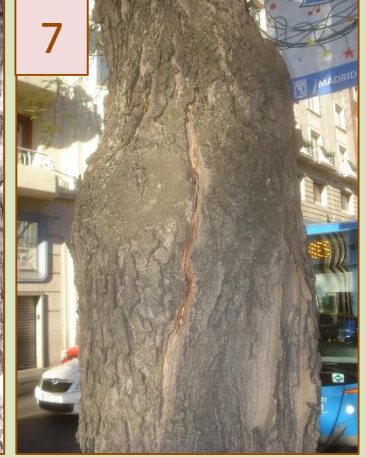
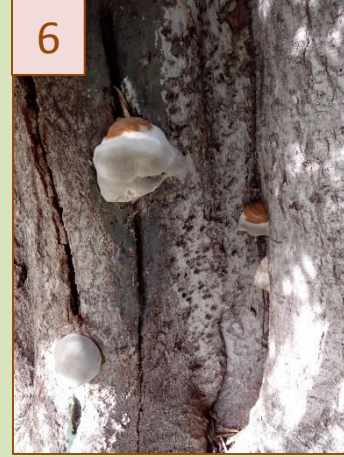
INFORMACIÓN ADICIONAL

- -

Ficha 10: Hongos de copa y tronco. *Fomes fomentarius*



Foto 1. Detalle del duro pileo de un carpóforo de *F. fomentarius* de varios años de desarrollo. Se aprecia el color blanquecino del mismo con anillos concéntricos.
Fotos 2 y 3. Vista de carpóforos en un *Populus alba* 'Bolleana'. Se aprecian grietas verticales en la corteza, donde generalmente se observa el micelio blanco del hongo.



Fotos 4 y 5. Detalles de carpóforos del año en grietas longitudinales de la madera en un ejemplar de *Celtis australis*. Las grietas son indicativo de que el árbol está colapsando por la acción del hongo.

Fotos 6. Imagen de carpóforos entre grietas.

Foto 7. Grietas debidas al hongo en *Gleditsia triacanthos*, sin que hayan aparecido los cuerpos fructíferos.

DESCRIPCIÓN

Hongo patógeno de troncos y ramas que produce una peligrosa pudrición blanca simultánea que puede llevar a la fractura de las zonas afectadas por la extensión de sus pudriciones.

Es capaz de expandirse tanto radial como longitudinalmente, generalmente de manera más o menos concéntrica, pero puede alcanzar el cambium produciendo localmente su muerte.

Ficha 10. Hongos de copa y tronco. *Fomes fomentarius*

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- El carpóforo maduro es rígido, sentado, de color blanco grisáceo, perenne, forma repisas de tubos y zonas concéntricas en la superficie del píleo, correspondientes a cada año de crecimiento. Puede alcanzar grandes dimensiones y los poros son pequeños.
- El carpóforo inmaduro es más blando, gris-azulado y aterciopelado.
- Las hifas del hongo tienen preferencia por degradar vasos y radios xilemáticos, lo que origina que se formen típicas grietas longitudinales en dirección radial, donde se aprecia un denso micelio blanco y que utiliza el hongo para fructificar.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Heridas de árboles sanos o debilitados. En algunos casos permanece durmiente hasta que el árbol se activa bajo episodios de estrés, actuando como un hongo endófito.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Aparece durante todo el año sobre árboles planifolios variados, sobre todo en aquellos con duramen no durable.
- Generalmente se observa en árboles maduros o viejos, asociado a heridas de poda o ramas fracturadas.

EFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- El efecto mecánico habitualmente es muy negativo y grave, ya que genera pudriciones extensas, una gran velocidad de degradación y una rápida transformación de las propiedades de la madera, la cual se vuelve quebradiza.
- Su efecto parece más grave en árboles sin importantes depósitos polifenólicos en su duramen (*Populus, Celtis, Fagus, Betula, etc.*)
- La repercusión del hongo en la fisiología del árbol es relativamente baja, a excepción de las fracturas que ocasiona.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Se trata de un parásito agresivo. La albura generalmente no detiene la expansión concéntrica del hongo a través de zonas de reacción. Las expansiones serán más rápidas bajo condiciones de estrés del árbol.
- En muchas ocasiones se forman grietas antes de que el árbol pueda crear una zona de barrera efectiva.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Las condiciones de estrés y las desvitalizaciones del árbol.
- La aparición de grietas en la madera que originará frecuentemente fracturas en el futuro.
- La aparición de cuerpos fructíferos muy grandes o muy numerosos indicará degradaciones rápidas y extensiones importantes.
- La aparición de cuerpos fructíferos a una misma altura en distintas zonas del perímetro del tronco y/o que emergen directamente de la corteza, generalmente indica degradaciones internas muy importantes y paredes residuales muy delgadas..

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- De manera preventiva evitar la poda de grandes ramas o la formación de grandes heridas en el tronco.
- No existen tratamientos, por lo que por motivos de riesgo se deberán eliminar las ramas afectadas o el árbol entero. En árboles valiosos se puede acudir a sistemas de sustentación artificial para evitar fracturas de ramas en horquillas.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Relativamente común, sobre todo en *Populus spp.* Menos frecuente en otras especies.

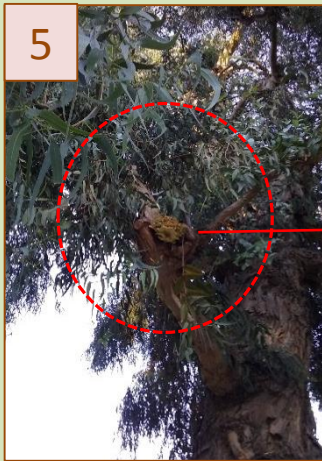
POSIBLES CONFUSIONES

- Con *Phellinus igniarius*, ya que ambos tienen el contexto marrón, forman repisas superpuestas y la superficie del carpóforo es grisácea y muy dura. Se pueden distinguir porque en *P.igniarius* la superficie del carpóforo con frecuencia se encuentra agrietado y su aspecto es "más sucio", además es mucho menos abundante en Madrid.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- Es el casco de caballo u hongo yesquero. El cuerpo fructífero fue muy utilizado antiguamente como yesca, para prender fuego.

Ficha 11: Hongos de copa y tronco. *Laetiporus sulphureus*



Fotos 1 y 2. En la primera foto se aprecia una zona en pudrición en un ejemplar de *Populus alba* 'Bolleana'. A los pocos días se aprecia la aparición de los cuerpos fructíferos de *Laetiporus sulphureus*. Probablemente la zona de chancro no está ocasionada por *L. sulphureus* dada su baja capacidad patogénica. Es más probable que el agente causante del daño en superficie sea *Fomitiporia punctata*.

Fotos 3 y 4. Cuerpos fructíferos (rotos por los transeúntes) sobre madera muerta en *Robinia pseudoacacia*.

Fotos 5 y 6. Cuerpos fructíferos del hongo en *Eucalyptus camaldulensis*. En esta especie de árbol, *L. sulphureus* es muy común.

DESCRIPCIÓN

- Generalmente saprófito que afecta al duramen del árbol, produciendo una pudrición parda en troncos, ramas y en ocasiones también en raíces. La degradación de las fibras de celulosa y hemicelulosa hacen que estados incipientes de degradación causados por este hongo conlleven drásticas reducciones de la resistencia de la madera.
- A pesar de que se trata de un hongo poco agresivo con las partes vivas, es uno de los hongos más comunes que producen fracturas de ramas o fustes en árboles en Europa. Por este motivo, árboles afectados que presentan una copa en perfectas condiciones, pueden llegar a caer en una tormenta repentina.

Ficha 11. Hongos de copa y tronco. *Laetiporus sulphureus*

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Los cuerpos fructíferos generalmente aparecen en grupo de forma imbricada formando una “escalera”, frecuentemente sobre madera muerta en descomposición. El carpóforo individual tiene forma de lengua y una cutícula de color amarillento a anaranjado muy llamativa en la madurez. Los tubos son amarillo vivo que terminan en poros amarillo azufre. La esporada es blancuzco amarillenta y la carne es blanca, blanda de olor agradable y sabor dulzaino. Aparecen en primavera y otoño. Como no siempre fructifica, a veces se intuye su presencia por la pudrición parda visible en heridas y un micelio grueso entre grietas.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Heridas en ramas o tronco y zonas de madera muerta con el duramen expuesto. También en heridas de raíces dañadas.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- En árboles maduros o viejos, con presencia de duramen o falso duramen o con zonas muertas relativamente amplias (p. ej. raíces).
- Afecta fundamentalmente a frondosas como robinias, chopos, robles o eucaliptos, siendo uno de los hongos descomponedores que con mayor frecuencia se encuentran degradando su madera.

EFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Las roturas de troncos o ramas se producen más fácilmente en especies de árboles con elevada proporción de duramen en relación con la albura (*Robinia*, *Quercus*, etc.). Pero también pueden producir roturas en ramas de especies con elevada proporción de madera (p. ej. *Populus* o *Eucalyptus*), cuando la pudrición se localiza en el lado de tensión (observación particular de los autores).
- Si el hongo se localiza en las raíces, el efecto mecánico dependerá en gran medida de la cantidad de madera muerta disponible.
- El efecto del hongo sobre la fisiología del árbol es muy baja debido a que la albura apenas se encuentra afectada.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- La mayoría de las veces es difícil apreciar síntomas de su presencia por su preferencia por degradar la madera del duramen, dejando la albura y el cambium intactos hasta que la pudrición está muy avanzada.
- Al generar una pudrición parda en partes fisiológicamente inactivas, en numerosas ocasiones tampoco se apreciarán signos de consolidación estructural como zonas de reacción o síntesis de madera de compensación.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- La pudrición en especies con una proporción baja de albura respecto al duramen será siempre lo más peligroso (p. ej. en robinia o roble). En chopo o eucalipto, sus riesgos serán mayores si el hongo se localiza en el lado sometido a esfuerzos de tensión.
- Probablemente insectos perforadores (p. ej. cerambícidos en robles), pueden extender la pudrición hacia zonas de la albura.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Evitar heridas de poda de ramas gruesas en las que quede el duramen expuesto, y evitar cortes de raíces que puedan generar gran cantidad de madera muerta.
- Por motivos de riesgo y en función del espesor de la pared residual y de la albura, se pueden ejecutar podas o apeos.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Probablemente sea más frecuente de lo que parece, ya que no siempre fructifica. Por otro lado sus cuerpos fructíferos son tan llamativos que difícilmente pasan desapercibido.

POSIBLES CONFUSIONES

- Si se observa el cuerpo fructífero, es inconfundible.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- En Norteamérica se trata de una especie apreciada para el consumo, no obstante en Europa ha producido algunas intoxicaciones y procesos alérgicos. Es común encontrar este hongo en tocones y madera trabajada, incluso creciendo en la madera de barcos.

Ficha 12: Hongos de copa y tronco. *Schizophyllum commune*



Fotos 1 y 2. Detalle de ejemplar joven con asurados (quemaduras de sol) por la cara suroeste, cuyo tronco ha fracturado. En general, *S. commune* origina pudriciones poco extensivas, pero la colonización de partes secas como estas, junto a la aparición de fendas, puede contribuir al fallo estructural de árboles finos.

Fotos 3 y 4. Detalle de fructificaciones de *S. commune* en una herida de poda. En muchos casos *S. commune* actúa únicamente como saprófito de madera expuesta.

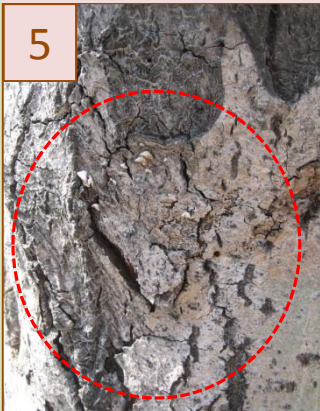


Foto 5. Zona canchosa de un *Populus alba* 'Bolleana' con fructificaciones de *S. commune*. Bajo condiciones de estrés el hongo se expande y puede colonizar tejidos de la corteza, albura y cambium vascular, previamente vivos.

Foto 6. Detalle de *Acer freemanii* seco, cuyo fuste ha sido profusamente invadido por *S. commune*.

Fotos 7 y 8: Ejemplar de *Celtis australis* del Real Jardín Botánico de Madrid. En noviembre de 2005 (foto 7), el árbol presentaba pudrición en su base originada por *Perenniporia fraxinea* en cuello y raíces (línea discontinua), y unas pocas fructificaciones de *S. commune* en la corteza (flechas). Dos años después (foto 8) se aprecian amplias zonas de la albura y de la corteza muerta y la expansión de *S. commune* bajo condiciones de debilidad del árbol. Los efectos radiculares ocasionados por *P. fraxinea* han podido beneficiar a *S. commune*, mientras que la mayor cantidad de madera disponible aparentemente favorecen a *P. fraxinea*.

DESCRIPCIÓN

- Hongo cosmopolita que produce pudrición blanca poco extensiva en madera de frondosas de zonas aéreas del árbol.
- Es un hongo conocido como saprófito, en algunos casos puede actuar como patógeno oportunista o de debilidad en ramas y troncos de árboles. En situaciones de estrés es capaz de colonizar la albura y matar el cambium vascular de los árboles afectados.

Ficha 12: Hongos de copa y tronco. *Schizophyllum commune*

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Cuerpos fructíferos visibles todo el año en grupos sobre madera muerta o sobre la corteza de los árboles. Estos son pequeños, de color blanquecino-beige y forma de concha, con la cara superior de finamente pubescente a escamosa. El himenio está formado por falsas láminas hendidas longitudinalmente. Es de carne consistente y permanecen mucho tiempo en el sustrato en estado seco.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Coloniza agresivamente árboles estresados por calor, sequía, quemaduras de sol (asurados), fuego, heridas grandes. Su vía de entrada más común es a través de heridas, grietas, ramas rotas, zonas muertas causadas por fuego, sol, heladas, etc.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- En la mayoría de las frondosas y también en algunas coníferas, en árboles de cualquier edad.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- En árboles adultos raramente interviene en fracturas de troncos o ramas, ya que su pudrición generalmente es localizada y poco extensiva. No se desarrolla en zonas con duramen verdadero, el cual posee sustancias antifúngicas. En cambio en árboles recién plantados, con grandes zonas muertas, el debilitamiento estructural causado por *S.commune* puede ser más grave (ver fotos 1 y 2).
- Se trata de un colonizador primario del tallo de plantas leñosas con heridas o lesiones y patógeno probado de árboles debilitados, pero su presencia sobre madera muerta no indica necesariamente actividad patogénica. Sus rápidas expansiones bajo condiciones de estrés contribuyen todavía más a su debilitamiento.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- En árboles maduros vitales y bajo condiciones ambientales favorables para el árbol, frecuentemente se observan en la superficie de heridas, actuando de manera saprófita. Bajo condiciones de estrés, el hongo se convierte en un colonizador agresivo de tejidos vivos. Probablemente la colonización de la albura se origine por la reducción de humedad en condiciones de estrés.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Que se desarrolle en árboles junto a hongos patógenos o que causen pudriciones extensivas, como p. ej. *Armillaria spp.* o *Perenniporia fraxinea* (ver fotos 7 y 8).
- Que afecten a árboles jóvenes y con canchales, en cuyo caso pueden llegar a partir.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Mantener al árbol en las mejores condiciones posibles de vitalidad y prevenir la aparición de grandes zonas muertas. P. ej. asurados que suelen ser colonizados por esta especie de hongo (ver ficha 31).
- Por motivos de riesgo, normalmente sólo se debe proceder a la eliminación de ramas muy debilitadas y extensamente afectadas por el hongo.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Es muy común en Madrid, generalmente asociado a canchales grandes o pequeñas zonas muertas.

POSIBLES CONFUSIONES

- Con otros hongos de pequeño tamaño y con aspecto de concha como *Cerrena unicolor*, *Stereum sp.*, *Trametes sp.*, *Chondrostereum purpureum*, etc. pero si se conocen los caracteres del hongo, es inconfundible.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- Como elemento excepcional, se ha citado alguna variedad de este hongo parasitando tejidos humanos, así como de perros. Pero se trata de variedades concretas del este de Asia y no hay constancia de la ocurrencia de estos casos en Europa.

Ficha 13: Hongos de copa y tronco. *Volvariella bombycina*



Foto 1, 2 y 3. Aspecto de las fructificaciones de *Volvariella bombycina*, en el que se aprecia la volva (especie de huevo que envuelve la seta antes de que esta emerja), así como las láminas de color rosado y el sombrero blanquecino. En la foto 3 se aprecia el material ya degradado, donde suelen aparecer las fructificaciones.



Fotos 4 y 5. Ejemplar de sófora afectado por *Inonotus hispidus* (flecha de cuerpo fructífero). La madera ya degradada es utilizada de manera saprofítica por *V. bombycina*.

Foto 6. Detalle de plátano con una zona en pudrición en la que se observan cuerpos fructíferos de *V. bombycina*.

DESCRIPCIÓN

- Se trata de un hongo de carácter saprófito, que puede encontrarse en árboles vivos degradando madera muerta.
- No se presta demasiada atención a este hongo en la documentación especializada, por lo que no se le presupone una gran peligrosidad.
- Suele encontrarse junto a otros hongos de pudrición, sobre madera ya degradada.

Ficha 13: Hongos de copa y tronco. *Volvariella bombycina*

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Cuerpo fructífero en forma de seta con la superficie del sombrero de color blanco, himenio laminado de color rosado y volva muy prominente en la base. Cuando aún no ha madurado, el sombrero se encuentra en el interior de la volva aún sin abrir, y emerge como de un “huevo”.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Zonas de madera muerta con cierto grado de degradación.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Frondosas.
- Árboles maduros o viejos con zonas de madera muerta y algo degradada.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- En principio su incidencia mecánica es baja, pero conviene inspeccionar el grado de podredumbre originado ya que la aparición de los cuerpos fructíferos indica la presencia de madera muerta, no obstante puede que exista otro agente de pudrición primario
- El efecto fisiológico es nulo.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Al tratarse de un hongo saprófito, la compartimentación es muy efectiva.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- La extensión de la pudrición y la pérdida de vitalidad del árbol.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Más que la causa es una consecuencia. Se trata de un hongo saprófito que degrada madera muerta. La prevención será sobre el agente que haya originado la muerte del leño donde se desarrolla el hongo.
- Conviene inspeccionar el grado de podredumbre originado y actuar en consecuencia.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Es muy común en Madrid, generalmente asociado a canchales grandes o pequeñas zonas muertas.

POSIBLES CONFUSIONES

- Con otros hongos de la familia de las *Pluteáceas* con láminas de color rosado. Se distingue bien si se observa la volva en la seta.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- -

Ficha 14: Hongos de copa y tronco. *Stereum* sp.



Fotos 1, 2, 3 y 4. Detalles de fructificaciones de *Stereum hirsutum* en madera muerta.

DESCRIPCIÓN

- El género *Stereum* agrupa a un conjunto de hongos generalmente saprófitos, pero que también pueden ser oportunistas (por ejemplo *S. gausapantum*, *S. rugosum* o *S. sanguinolentum*).
- Aparecen frecuentemente en ramas debilitadas y heridas grandes no cicatrizadas. Produce una pudrición blanca simultánea de la albura, poco extensiva, que puede provocar fracturas en pequeñas ramas. Es una especie frecuente en la Comunidad de Madrid.

Ficha 14: Hongos de copa y tronco. *Stereum* sp.

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- El género *Stereum* agrupa a un conjunto de hongos corticiáceos que forman fructificaciones de consistencia coriácea a leñosa adheridas al sustrato, expanso-reflejas o pileadas.
- El himenio, situado en la superficie, es generalmente liso y a veces algo verrugoso.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Normalmente coloniza madera expuesta de heridas, madera muerta, etc. a través de sus esporas, pero se ha comprobado que trocitos de micelio de *S. sanguinolentum* pueden ser trasladados desde árboles infectados a árboles sanos e iniciar de esta manera su actividad patogénica (Madden y Coutts, 1979; Schmidt, 2006; Schwarze, 2010).

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- En frondosas o coníferas, dependiendo de la especie.
- Pueden encontrarse en árboles de cualquier edad, normalmente asociados a heridas o zonas muertas.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- La mayoría son saprófitos de escasa extensión y de incidencia mecánica normalmente baja, aunque algunas especies son parásitos facultativos.
- El impacto en la fisiología es normalmente débil, pero algunas especies pueden contribuir al debilitamiento de partes ya desvitalizadas o ser responsables de la aparición de canchros, p.ej. *S. rugosum*, que origina canchros concéntricos (ver ficha 29).

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- En condiciones de vitalidad y circunstancias normales, actúan como saprófito de madera muerta y su patogeneidad es baja. Su presencia suele indicar una debilidad muy importante en el sistema biológico del árbol. Normalmente los árboles o ramas afectadas estarán secas o presentarán decaimientos importantes.
- No obstante en algunas especies del género, si se dan condiciones de estrés en el árbol, se reduce la capacidad de defensa de la planta y pueden extenderse por la albura aprovechando la disminución de humedad en la misma.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Si actúa conjuntamente con hongos de pudrición que afectan al duramen.
- Si la aparición de cuerpos fructíferos es masiva y en un perímetro elevado (más de un 35-40 %).

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- La prevención por tanto consistirá en evitar los agentes o circunstancias causantes de la debilidad.
- Por motivos de riesgo conviene inspeccionar el grado de podredumbre originado.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Es relativamente común en la ciudad de Madrid, especialmente en *Populus spp.*

POSIBLES CONFUSIONES

- Con otros hongos que generan setas abundantes y de pequeño tamaño, como *Trametes spp.*, *Chondrostereum purpureum* y *Coriolopsis gallica*. Lo distinguen de estos, las zonas concéntricas de la seta de distintos colores unidos al himenio, el ennegrecimiento de la carne al corte y los demás caracteres del cuerpo fructífero.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- -

Ficha 15: Hongos de copa y tronco. *Pleurotus ostreatus*



Foto 1 y 2. Zona de un ejemplar de *Populus alba* 'Bolleana' con fructificaciones de *P. ostreatus*.

Fotos 3 y 4. Detalle de láminas y sombrero en un *Populus x canadensis*. Las setas con frecuencia son más claras en primavera que en otoño.

DESCRIPCIÓN

- Saprófito o parásito débil que actúa como descomponedor primario de madera muerta de extensión localizada que causa una intensa degradación de la madera de primavera, donde origina una delignificación temprana.
- Produce pudrición blanca en partes aéreas de los árboles, principalmente en tronco y ramas. También puede aparecer a nivel del cuello.

Ficha 15: Hongos de copa y tronco. *Pleurotus ostreatus*

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- El sombrero, de 4 a 15 cm. de diámetro, tiene forma de ostra, con el borde incurvado y muy excéntrico con respecto al pie. Color muy variable desde el crema pálido hasta el pardo azulado y casi negro. La cutícula es lisa y mate. Las láminas son desiguales, arqueado-decurrentes y blancas. El pie es casi ausente o muy corto y macizo, color blanco. La carne es blanca, espesa, con olor y sabor agradables. Esporada también blanca. Fructifica en cualquier época del año.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Coloniza madera muerta expuesta de heridas. Generalmente en aquellas especies en las que no se produce coloración del duramen (duramen con escasos depósitos de polifenoles).

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- En madera muerta de planifolios, generalmente en árboles de madera blanda.
- Árboles maduros o viejos, con madera muerta

EFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Suele ser saprófito y la pudrición es de extensión localizada, pero se produce una intensa degradación de la madera, por lo que se pueden llegar a producir fracturas de ramas.
- Su efecto sobre la fisiología del árbol es prácticamente nulo.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Bajo condiciones normales de vitalidad, el hongo actúa como saprófito de madera muerta y su patogeneidad es baja o nula, motivo por el que las zonas de reacción suelen ser suficiente para compartimentar la pudrición. Más aún la zona de barrera.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- La probabilidad de fracturas aumenta con pudriciones extensas y paredes residuales delgadas. Estas circunstancias suelen aparecer en árboles bajo periodos prolongados de estrés, que origina una delgada albura fisiológicamente activa, y en especies sin duramen coloreado.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Más que la causa es una consecuencia. La prevención por tanto consistirá en evitar los agentes o circunstancias causantes de la debilidad o de las heridas que propician la entrada de hongos de pudrición en general.
- Conviene inspeccionar el grado de podredumbre originado y actuar en consecuencia.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Frecuente.

POSIBLES CONFUSIONES

- Con *Pleurotus cornucopiae*, especie que también se puede encontrar en algunos arboles de Madrid. Con otras especies es de difícil confusión, ya que además es una especie conocida por ser un producto de venta muy común en los mercados.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- Es una seta cultivada por su parecido con la seta de cardo (*Pleurotus eringii*). Es un buen comestible pero de inferior calidad a esta.
- No deben consumirse los ejemplares recolectados en ambientes urbanos, por su alto contenido en metales pesados.

Ficha 16: Hongos de copa y tronco. *Coriolopsis gallica* y *Coriolopsis troggi*
(=*Trametes trogii* = *Funalia trogii*)



Foto 1. Cuerpo fructífero de *Coriolopsis* sp. (probablemente *C. troggi*) sobre madera vista.

Fotos 2 y 3. Detalles del mismo carpóforo en el que se aprecian los poros del himenio y el tomento de la superficie pileica que le da un aspecto áspero e hirsuto.

Foto 4. Detalles de cuerpos fructíferos sobre una rama seca de *Acer sacharinum*.

DESCRIPCIÓN

- Saprófitos, ambas especies tienen un aspecto parecido, por lo que se distinguen mejor al microscopio.
- Producen una podredumbre blanca del duramen o de madera muerta muy activa que puede conducir a fracturas en ramas con mucha madera muerta, pero no tienen capacidad parasitaria.

Ficha 16: Hongos de copa y tronco. *Coriolopsis gallica* y *Coriolopsis trogii* (=*Trametes trogii* = *Funalia trogii*)

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Los carpóforos son anuales, sésiles, dimidiados, imbricados, de 5-7 cm de anchura y 1,5 cm de grosor y pueden alcanzar un desarrollo vertical de 10-15 cm. Son de color pardo rosado (*C. gallica*) y algo más claros en *C. trogii*, también marrones en la superficie del himenio. En ambos casos los esporocarpos son tomentosos en su superficie superior.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Colonizan madera muerta, normalmente de tocones o madera con cierto grado de descomposición, pero también árboles en pie.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- C. gallica* sobre todo en madera de frondosas y *C. trogii* en madera de coníferas.
- Árboles maduros o viejos con madera muerta.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Produce una pudrición blanca (en la primera fase de la pudrición, donde degrada la lignina y en una fase posterior también la celulosa).
- No tiene efecto sobre la fisiología del árbol.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Bajo condiciones de vitalidad y circunstancias normales, el hongo suele actuar como saprófito de madera muerta y su patogenicidad es nula.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Pudriciones extensas que pueden producir la fractura de ramas cuando la degradación es amplia.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- La prevención por tanto consistirá en evitar los agentes o circunstancias causantes de la debilidad o de las heridas que propician la entrada de hongos de pudrición en general.
- Por motivos de riesgo conviene inspeccionar el grado de podredumbre global.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Frecuente en Madrid, sobre tocones o restos de madera en descomposición. Menos frecuente sobre árboles en pie.

POSIBLES CONFUSIONES

- Con hongos del género *Trametes*. También con *Gloeophyllum sepiarium*, pero se distinguen bien de éste por su himenio laminado (poroso en *Coriolopsis*). Puede que también con *Daedalea quercinea* o *Daedalopsis confragosa*, ambos con superficie pileica glabra y poros variables que varían desde lamelales a angulares grandes o dedaliformes.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- Son hongos comunes sobre restos de madera muerta (postes, vigas, tocones, etc.).

Ficha 17: Hongos de copa y tronco. *Auricularia mesenterica* o *A. auricula-judae*



Foto 1 y 2. Detalles de fructificaciones de *Auricularia mesenterica*.

Fotos 3 y 4. En este plátano se aprecian las setas secas de *A. mesenterica* en la superficie de una gran herida por eliminación de una rama principal.

Fotos 5 y 6. Detalles de cuerpos fructíferos de *A. auricula-judae* sobre la superficie de una herida.

DESCRIPCIÓN

- Normalmente saprófitos o parásitos débiles de heridas.
- Escaso grado de degradación de la madera y escasa incidencia en la estabilidad del árbol, ya que suele encontrarse en superficie de heridas o en la albura.

Ficha 17: Hongos de copa y tronco. *Auricularia mesenterica* o *A. auricula-judae*

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Carpóforos oscuros, gelatinosos, resistentes y elásticos en ambientes húmedos, rígidos en ambientes secos.
- Tienen aspecto de “orejas”. *A. mesenterica* con la cutícula cubierta de pelos rígidos y blanquecinos, no así *A. auricula-judae*.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Colonizan madera muerta de heridas. En numerosas ocasiones se encuentran en la superficie de heridas.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Frondosas, más raro en madera de coníferas.
- Cualquier edad

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- La extensión de la pudrición que genera es muy limitada. Posiblemente pueda actuar como parásito débil de heridas.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Bajo condiciones de vitalidad y circunstancias normales, el hongo suele actuar como saprófito de madera muerta y su patogenicidad es muy baja.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Ramas secas con fructificaciones masivas pueden llegar a partir.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- La prevención por tanto consistirá en evitar los agentes o circunstancias causantes de la debilidad o de las heridas que propician la entrada de hongos de pudrición en general.
- Por motivos de riesgo conviene inspeccionar el grado de podredumbre global.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Frecuente en Madrid sobre heridas de distintas frondosas, tanto en viario como en parques o jardines.

POSIBLES CONFUSIONES

- En ambos casos son de difícil confusión, pero puede recordar a *Exidia glandulosa* o al ascomiceto *Bulgaria inquinans*, sobre todo cuando los restos de los cuerpos fructíferos están secos.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- En oriente se cultiva *A. auricula-judae* para el consumo humano (Oreja de Judas).

Ficha 18: Hongos de cuello y raíces. *Agrocybe aegerita*

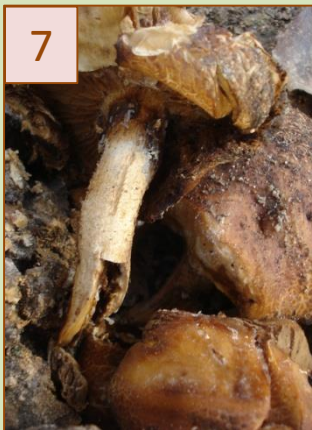
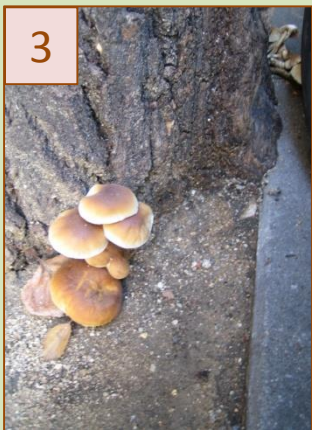
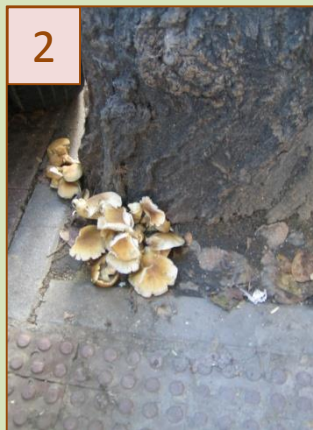


Foto 1. Detalle de setas de *A. aegerita* en una cavidad. Se aprecia el anillo en el pie, así como su aspecto meloso característico.

Fotos 2, 3 y 4. Vista y detalle de fructificaciones en la base de ejemplares de *Populus x canadensis*, siempre asociado a madera muerta.

Fotos 5 y 6. Vista y detalle de cuerpos fructíferos en madera vista de olmo. *A. aegerita* puede encontrarse en cualquier zona del árbol, aunque suele ser más frecuente a nivel del cuello.

Foto 7. Detalle de setas viejas.

Foto 8. Otras fructificaciones de *A. aegerita* en cuello.

DESCRIPCIÓN

- Saprófito que produce una pudrición blanca que suele ser poco extensa y aparecer en cualquier zona del árbol (más común en zonas bajas del tronco, cuello y raíces muertas).
- En principio se trata de un hongo que afecta al duramen y a otras zonas de madera muerta, pero su presencia puede indicar un alto grado de degradación.
- Se le denomina comúnmente “Seta de Chopo”, aunque puede encontrarse en distintas especies.

Ficha 18: Hongos de cuello y raíces. *Agrocybe aegerita*

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Setas visibles todo el año en grandes grupos sobre madera muerta. Sombrero de aspecto meloso que posee un color variable entre blanco, crema o negruzco. Alcanza un diámetro de 12 cm pero generalmente es menor. Inicialmente es hemisférico pero en la madurez acaba siendo casi plano. La cutícula es fácilmente separable de la carne. Las láminas son color crema que pasa a café con leche en la madurez. El pie es cilíndrico, curvado, fibroso, radicante y cespitoso, de color más claro que el sombrero, con un anillo membranoso que desaparece pronto. La carne es blanca, sólida, tenaz y fibrosa en el pie. La esporada es de color canela.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Zonas de madera muerta de raíces, cuello, tronco o ramas. La madera en ocasiones ya presenta una primera degradación.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Frondosas. Sobre todo en chopo, pero frecuente también en otras especies como *Celtis sp.*, *Ulmus sp.*, *Aesculus sp.*, *Acer sp.*, *Sophora sp.*, *Quercus ilex*, etc.
- Árboles maduros o viejos con zonas de madera muerta o degradación del duramen.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- En principio su incidencia mecánica es baja pero conviene inspeccionar el grado de podredumbre originado ya que la aparición de los cuerpos fructíferos indica la presencia de madera muerta y puede que exista otro agente de pudrición primario.
- El efecto fisiológico es prácticamente nulo.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Al tratarse de un hongo saprófito, la compartimentación es muy efectiva. En ocasiones se produce síntesis de madera para consolidar la estructura en caso de que exista muerte de la albura por alguna otra causa.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- La aparición de numerosas setas del hongo en todo el perímetro de la parte afectada, especialmente en el cuello, puede indicar la existencia de mucha madera en descomposición y, por tanto convendrá inspeccionar la cantidad de madera sana que queda.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Se trata de un hongo saprófito que degrada madera muerta. La prevención será sobre el agente que haya originado la muerte del leño donde se desarrolla el hongo.
- Conviene inspeccionar el grado de podredumbre originado, especialmente en la base del árbol.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Es muy común sobre chopo, almez, y en general en otras especies de madera blanda. También puede aparecer en *Robinia pseudoacacia*, *Platanus x hybrida*, *Ailanthus altissima*, *Eucalyptus sp.*, *Tilia sp.*, *Quercus ilex*, *Ligustrum lucidum*, etc.

POSIBLES CONFUSIONES

- Con otros agaricales con forma de seta y anillo, como por ejemplo *Armillaria mellea*, pero si se conocen los caracteres del hongo es de difícil confusión.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- Es buen comestible y es una seta cultivada comercialmente. No consumir las setas urbanas ya que acumulan metales pesados.

Ficha 19: Hongos de cuello y raíces. *Ganoderma* spp.



Fotos 1, 2. Detalles del aspecto típico de los cuerpos fructíferos de *Ganoderma* sp.

Foto 3. Cuerpos fructíferos de *Ganoderma* (probablemente *G. adspersum*) sobre un tocón.

Foto 4. Detalle de base con fructificaciones de *Ganoderma resinaceum*. El color brillante original del carpóforo está oculto por abundantes esporas color marrón chocolate en su superficie caídos desde otros cuerpos fructíferos (interior de la línea).

Fotos 5 y 6. Detalle de ejemplares recolectados de *G. luccidum* y *G. carnosum*.

Foto 7. Cuerpos fructíferos de *Ganoderma* sp. en base de un *Ginkgo biloba*.

DESCRIPCIÓN

- Hongos que pueden producir extensas pudriciones y conducir a la caída de árboles completos. Su gravedad y patogenicidad dependerá de la especie de *Ganoderma* y del árbol del que se trate.
- Típicamente se detectan en la base del tronco y raíces principales, pero en numerosas ocasiones también se pueden encontrar a varios metros de altura, incluso en ramas desconectadas de la base.
- Generalmente producen pudrición blanca con delignificación selectiva pero también pudrición blanca simultánea.
- Los más comunes en España son *G. adspersum* (= *G. australe*), *G. applanatum* (= *G. lipsiense*), *G. carnosum*), *G. lucidum*, *G. pfeifferi* y *G. resinaceum*.

Ficha 19: Hongos de cuello y raíces. *Ganoderma* spp.

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Cuerpos fructíferos perennes salvo en *G. resinaceum*. El color rojizo de la superficie pileica contrasta con el himenóforo tubular y blanquecino, excepto en *G. carnosum*, que puede tener un color muy oscuro, prácticamente negro.
- Esporas de color teja, que se producen en grandes cantidades. A veces son visibles en carpóforos o en la corteza del hospedante.
- El árbol suele reaccionar causando un engrosamiento en la base del árbol en forma de "cuello de botella".

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- La colonización se realiza vía esporas que se desarrollan sobre heridas o zonas muertas de raíces o cuello (a veces también sobre heridas aéreas). Su desarrollo es más probable por grandes tamaños de herida y condiciones de estrés ambiental.
- *G. adspersum* parece comenzar su ciclo de vida como parásito desarrollándose posteriormente saprofiticamente. *G. applanatum* sólo coloniza heridas de base o raíz mayores de 7,5 cm de diámetro (de *Populus tremula*) (Ross, 1976; Schwarze & Ferner, 2003).

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- La mayoría en frondosas (*G. lucidum* y *G. applanatum* se citan en coníferas). Excepto *G. carnosum* que prefiere coníferas.
- Preferencia por árboles maduros o viejos, con raíces muertas o con regresión radicular. *G. adspersum* también en árboles jóvenes.

EFEECTO MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- *G. adspersum* es un hongo con una elevada agresividad, capaz de romper y alimentarse de las zonas de reacción de la mayoría de las especies, independientemente de su vitalidad.
- *G. applanatum* es prácticamente saprófito y se mantiene confinado a la columna central de duramen o áreas fisiológicamente disfuncionales, en cambio la velocidad de degradación de madera es mayor que en *G. adspersum*.
- *G. resinaceum* estará en una posición intermedia en cuanto a patogeneidad y velocidad de degradación de la madera.
- Para *G. pfeifferi* no existe análisis de patogeneidad, pero parece que genera pudriciones extensivas así como muerte de corteza.
- *G. lucidum* y *G. carnosum* no parecen tener una gran capacidad patogénica, al menos en España.
- *G. adspersum*, *G. pfeifferi* y *G. resinaceum* tendrán un importante efecto en la fisiología del árbol, no así con *G. applanatum*, *G. lucidum* y *G. carnosum*, al tratarse de hongos casi saprófitos.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Debido al tipo de pudrición habitual de *Ganoderma* spp. el árbol suele reaccionar engrosando la base. Árboles con alburas delgadas en relación al duramen, tendrán menor capacidad de generar madera de compensación.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- *G. adspersum* será el más peligroso por su evolución negativa, independientemente de su vitalidad, aunque su avance será lento.
- Síntomas de regresión en copa, indicativo de degradación del sistema radicular, o muerte de zonas extensas de la albura.
- La presencia masiva de cuerpos fructíferos junto al terreno, será indicativo de paredes residuales delgadas.
- Pudrición en horquillas por el lado a compresión, cuando el hongo origine una pudrición blanca con delignificación selectiva.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Evitar el corte de raíces de gran tamaño.
- Por motivos de riesgo se puede acudir al apeo de los árboles afectados.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Bajo en viario y moderado en zonas verdes. Las especies más comunes en ámbitos urbanos son *G. resinaceum* y *G. adspersum*.

POSIBLES CONFUSIONES

- Con *Fomitopsis pinicola* y *Heterobasidium annosum*, pero si se conocen los caracteres no deben confundirse.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- *G. lucidum* es un hongo con múltiples usos en medicina oriental y con gran interés farmacológico.

Ficha 20: Hongos de cuello y raíces. *Perenniporia fraxinea* (= *Fomitopsis cytisina*)



Foto 1, 2. Imágenes de cuerpos fructíferos de un hongo atribuido a *P. fraxinea*. Las pérdidas estructurales de la base a nivel del cuello eran muy elevadas.

Foto 3. Detalle de cuerpos fructíferos de *P. fraxinea* en la base de *Celtis australis*.

Foto 4. Ejemplar de *Populus alba* 'Bolleana' cuyo anclaje al terreno había fallado e iba a ser apeado de manera urgente.



Fotos 5 y 6. Detalles de cuerpos fructíferos de *P. fraxinea* en la base de *Sophora japonica*. En ocasiones las fructificaciones aparecen resupinadas como en la foto 6 (pegadas al sustrato).

Fotos 7 y 8. Vista de un árbol de grandes dimensiones afectado, situado en zona verde.

DESCRIPCIÓN

- *Perenniporia fraxinea* es un hongo que produce pudrición blanca extensa en base y ramas principales y que en algunos casos puede provocar la caída de árboles completos. Suele encontrarse en la base y raíces principales, aunque puede aparecer también a mayor altura.
- Más frecuente en la región mediterránea y en árboles con mucha madera inactiva en su base.

Ficha 20: Hongos de cuello y raíces. *Perenniporia fraxinea* (= *Fomitopsis cytisina*)

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Los carpóforos pueden ser grandes (en árboles viejos 40 cm o incluso más). Son perennes, sésiles, muy duros y de consistencia leñosa. Superficie superior rugosa, tuberculada, inicialmente de color ocre a amarillo, y posteriormente con tintes grisáceos hasta tornarse castaño oscuro. La superficie porosa es de color gris ocráceo, casi blanco y generalmente más claro que la superficie.
- Al corte (se necesitará una sierra) se aprecia que la carne y los poros tienen un color semejante. Tampoco son fáciles de arrancar.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- No se conoce bien. Se piensa que la colonización se realiza con esporas en heridas o zonas muertas de las raíces y de la base.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Frondosas, especialmente en árboles viejos o maduros con duramen o falso duramen en la base.

EFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Pudrición quebradiza muy importante de raíces principales y del cuello, por lo que en ocasiones se originan grietas o fisuras verticales, que sugiere la preferencia de degradación de ciertos tejidos (tal y como ocurre en *Fomes fomentarius* con los radios xilemáticos), o bien se trata de una pudrición blanca con una degradación de la lignina y la celulosa simultánea.
- Desde el punto de vista fisiológico, no suelen observarse síntomas de decaimiento de copa hasta estados avanzados de pudrición radicular. No se conoce experimentalmente cuál es la patogeneidad real de esta especie hongo, pero se supone moderada.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Probablemente el desarrollo inicial se produce en raíces muertas o cortes de gran tamaño, así como en heridas muertas del cuello. El hongo crece concéntricamente desde el duramen de la base y de raíces de anclaje, sin que las zonas de reacción de la mayoría de los árboles afectados detengan su expansión.
- En estados avanzados puede alcanzar localmente la albura y el cambium vascular produciéndose su muerte.
- En la mayoría de los casos observados, la zona de barrera a nivel del cuello parece ser efectiva.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- La desvitalización del ejemplar.
- La aparición de otros hongos patógenos de debilidad, que contribuyan al decaimiento del ejemplar (ver ficha 12).
- Síntomas de regresión en copa.
- Cuando los huecos o pudriciones superficiales se encuentran a gran altura del tronco. No obstante la aparición de cuerpos fructíferos en heridas de poda con un potente callo alrededor no supondrán un gran motivo de preocupación, mientras no se observen zonas de la albura o del cambium afectados.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Evitar el corte de raíces de gran tamaño o la formación de grandes heridas en el cuello.
- Conviene inspeccionar el grado de afección del árbol, requiriendo en ocasiones el uso de una azada para valorar el estado de las raíces de anclaje. Por motivos de riesgo, los tratamientos pueden incluir apeos o rebajes de copa, entre otros.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Moderada a baja en viario. En España es más común en zonas de costa y otras áreas de menor oscilación térmica.

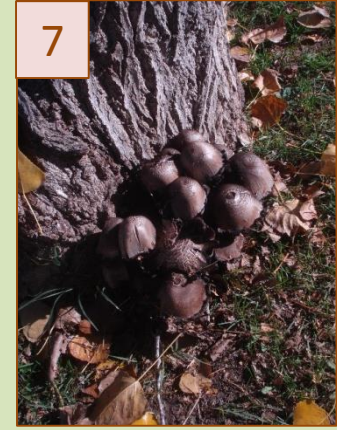
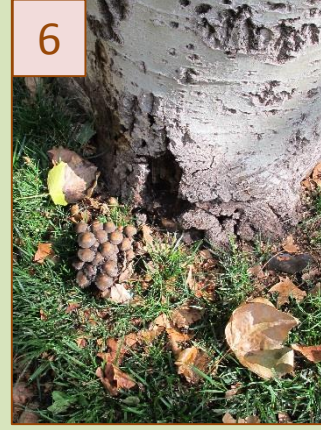
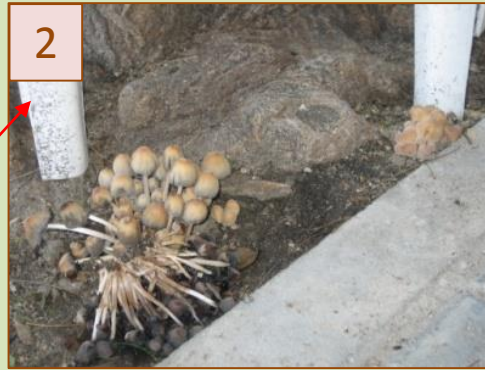
POSIBLES CONFUSIONES

- Con *Rigidoporus ulmarius*. Se puede diferenciar porque este último presenta al corte unos tubos anaranjados, muy contrastados con la carne blanca del carpóforo. Además cuando es fresco el himenio adquiere una coloración blanco - rosada.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- -

Ficha 21: Hongos de cuello y raíces. *Coprinus micaceus* (= *Coprinellus micaceus*) y similares (*C. truncorum*, *C. atramentarius*, etc.)



Fotos 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Distintas imágenes de cuerpos fructíferos de *Coprinus micaceus* o *C. truncorum*, especies muy similares entre sí.
Foto 7. Detalle de cuerpos fructíferos de hongos del grupo *C. Atramentarius* en la base de un chopo.

DESCRIPCIÓN

- Saprófitos de restos de madera muerta y en descomposición, de la base o raíces.
- Su presencia indica la presencia de madera muerta en base del árbol o en las raíces, pero no compromete directamente su estabilidad.
- También frecuentemente sobre restos de madera muerta enterrada de árboles apeados.

Ficha 21: Hongos de cuello y raíces. *Coprinus micaceus* (= *Coprinellus micaceus*) y similares (*C. truncorum*, *C. atramentarius*, etc.)

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Cuerpos fructíferos en forma de seta que se presentan generalmente en grupo. El sombrero es de acampanado a plano convexo, estriado y con gránulos, de 2 a 5 cm. de diámetro. Las láminas son inicialmente blancas, luego grises, y se tornan negras en la madurez. La esporada es negruzca y acuosa. Fructifica sobre suelo con mucha materia orgánica.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Zonas de madera muerta con cierto grado de degradación.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- En frondosas.
- Árboles maduros o viejos con zonas de madera muerta y algo degradada.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- En principio su incidencia biomecánica es baja ya que se trata de un hongo saprófito de restos ya algo degradados. Su pudrición es poco extensiva.
- No tiene impacto sobre la fisiología del árbol.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Al tratarse de un hongo saprófito, la compartimentación es muy efectiva.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Pocas veces se considera relevante su aparición, a menos que se encuentre asociado a otros hongos de pudrición. Es un indicativo de la presencia de madera muerta.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- La prevención será sobre el agente que haya originado la muerte del leño donde se desarrolla el hongo.
- Su mera presencia no suele conllevar riesgos asociados.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Es muy común en Madrid, tanto en viario como en parques y jardines.

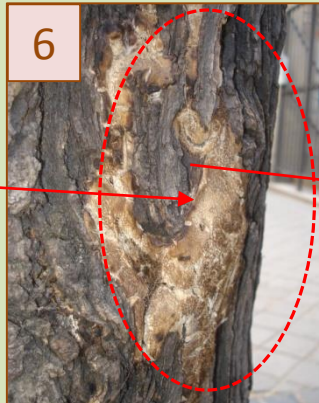
POSIBLES CONFUSIONES

- Algunas especies de *Coprinus* que crecen en restos leñosos son semejantes entre ellas, especialmente *C. micaceus* y *C. truncorum*. Si se conocen los caracteres morfológicos son muy difíciles de confundir con otros hongos descomponedores de madera.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- *C. atramentarius* es una seta comestible pero incompatible su consumo con alcohol pues produce diarreas muy desagradables. En cualquier caso las setas recolectadas en ambientes urbanos no deben consumirse.

Ficha 22: Hongos de cuello y raíces. *Oxyporus latemarginatus*



Fotos 1. Detalle de fructificación resupinada, presumiblemente del hongo *O. latemarginatus*.

Fotos 2 y 3. Detalles de fructificaciones de hongos en distintas especies de árboles. El árbol de la foto 2 es un plátano, mientras que el de la foto 3 se trata de un ailanto.

Foto 4. Detalle de fructificación vieja, que ha perdido su tonalidad blanquecina.

Fotos 5- 8. Detalles de la misma sófora afectadas por el hongo, fotografiada con dos meses de diferencia. Se aprecian las estructuras de fructificación blanco-pálido sobre la corteza nada más emerger (Foto 5). Unos meses después los cuerpos fructíferos toman una tonalidad marrón (Fotos 6 y 7). Detalle de un micelio blanquecino en la zona del cambium vascular, que aparentemente ha muerto por la acción del hongo (Foto 8).

DESCRIPCIÓN

- La identificación de *O. latemarginatus* como hongo causante está basada en aspectos macroscópicos, sin que haya sido confirmada por análisis específicos. En cualquier caso los efectos de *O. latemarginatus* consultados en la bibliografía son coincidentes con los observados en la ciudad de Madrid, por lo que se describen en esta guía.
- Se trata de un hongo patógeno de raíces que puede debilitar gravemente la estructura de los árboles afectados. En frondosas invade las raíces y se extiende hacia el cuello, donde invade la corteza, cambium vascular y albura, causando grandes canchales y pudrición blanca de las zonas afectadas. También puede encontrarse en el tronco hasta varios metros de altura.

Ficha 22: Hongos de cuello y raíces. *Oxyporus latemarginatus*

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Reducción del crecimiento, decaimiento de la copa y aparición de estructuras de fructificación en zonas cancrosas en la parte baja del tronco, cuello y raíces principales, donde el hongo origina la muerte de la corteza, el cambium vascular y la albura.
- El hongo invade la albura de las raíces, así como la madera bajo cicatrices dañadas por fuego en el tronco inferior, formando masas blancas de micelio y fructificaciones al principio de color blanco sucio, que se tornan amarillo-pardo cuando son viejos.
- Normalmente las estructuras de fructificación aparecen en la línea del suelo o de árboles recién muertos o debilitados, pero también en masas gruesas de estructuras de fructificación en la tierra alrededor de las raíces y cuello afectados. Los basidiocarpos son anuales. En el himenio suelen formarse poros anchos y angulosos, formando una especie de púas con aspecto de “estalactitas”.
- Por debajo de la corteza muerta suele observarse una capa de micelio blanquecino, poco denso, que coloniza el sustrato.

ORIGEN DEL DEFECTO

- Heridas en raíces o raíces muertas. Algunos factores pueden predisponer a la colonización del hongo como encharcamiento de suelos, excesiva compactación, etc.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- En frondosas de cualquier edad.

EFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Patógeno probado de raíces en ciertas especies de árboles (p. ej. en plátano), o saprófito asociado a pudrición del tronco.
- Casi siempre lo hemos encontrado en árboles algo debilitados o muertos. En este último caso el hongo aparentemente había contribuido a su muerte final. El hongo mata primero las raíces finas y entonces crece hacia las más gruesas, colonizando la corteza exterior e invadiendo corteza interior, cambium vascular y la albura. Los árboles jóvenes pueden morir en menos de 9 meses.
- Las testificaciones realizadas en una sófora afectada, mostraban pudrición muy avanzada en el interior del cuerpo leñoso a nivel del cuello, no obstante el causante de la pudrición podría también ser otro hongo. Asimismo en un plátano con síntomas similares se apreció un decaimiento en la copa y una desvitalización muy importante a la que sin duda el hongo había contribuido.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Dependerá en gran medida de la vitalidad del árbol infectado y de la especie hospedante, ya que como se ha comentado, se trata de un patógeno de raíces probado para ciertas especies mientras que en otras interviene como saprófito.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Inclinaciones del árbol, que pueden contribuir a la caída del ejemplar.
- Árboles desvitalizados, que tendrán menos capacidad para hacer frente a este hongo patógeno.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Evitar muerte radicular como cortes, compactaciones excesivas o encharcamientos prolongados.
- En función del grado de afección y por motivos de riesgo se puede acometer al apeo del ejemplar o a su revisión periódica.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Baja. Lo hemos encontrado en distintas especies de frondosas, generalmente afectadas por obras o debilitadas por otros motivos.

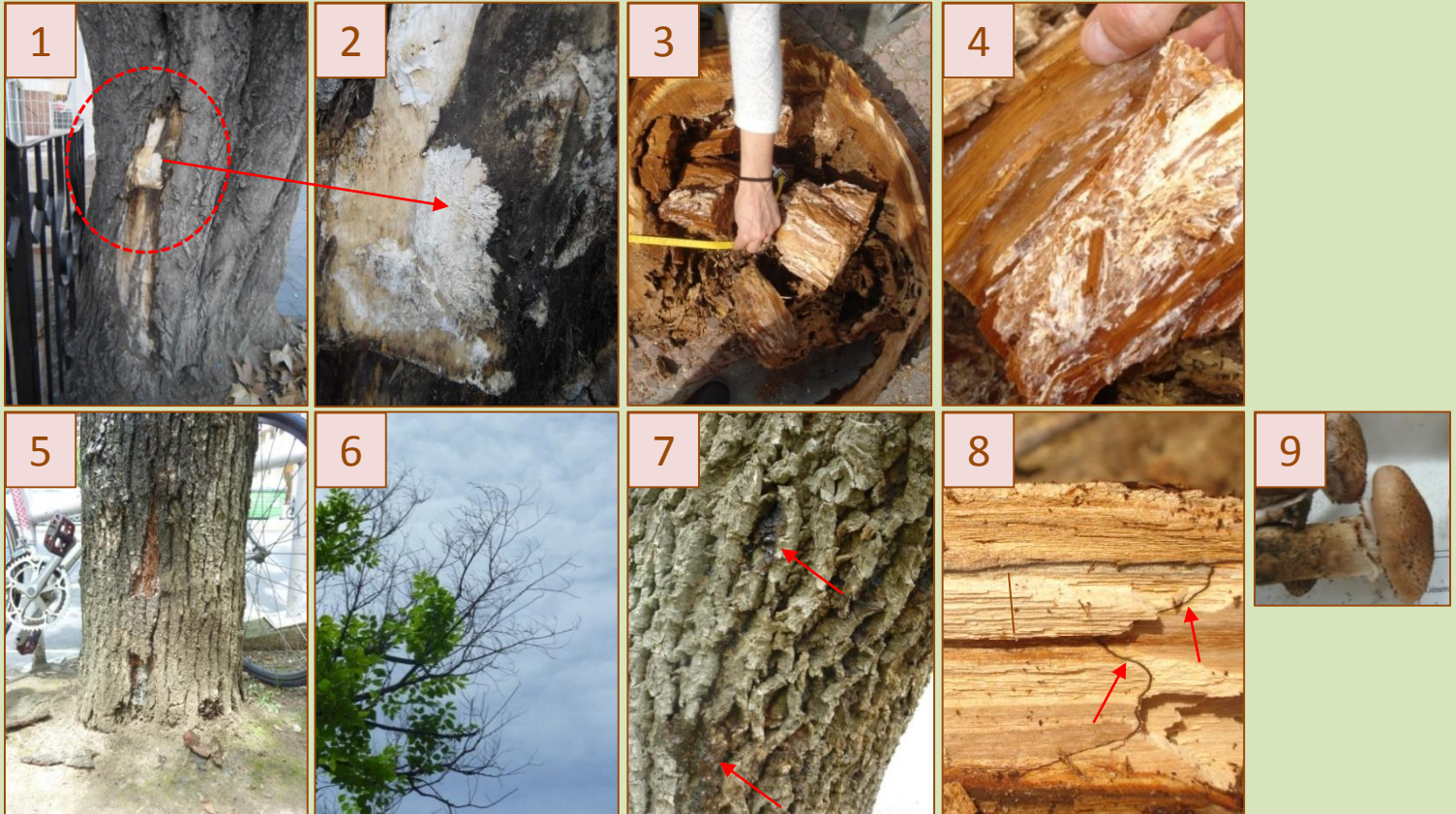
POSIBLES CONFUSIONES

- Con *Schizopora paradoxa* y estados incipientes de *Phellinus spp.*, *Fomitopsis spp.*, *Inonotus spp.* o *Corioloopsis gallica*. Si aparecen masas blancas de micelio con esporocarpos en el sustrato del entorno del árbol probablemente se trate de este hongo.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- *O. latemarginatus* se cita también como hongo de pudrición en palmeras (no en Madrid).

Ficha 23: Hongos de raíz. *Armillaria* sp.



Fotos 1 y 2. Ejemplar de *Populus alba* 'Bolleana' afectado por *Armillaria* sp. Bajo la corteza se aprecia el micelio blanquecino en forma de roseta.

Fotos 3 y 4. Detalles de ese mismo árbol apeado con micelio blanco en la madera en descomposición.

Fotos 5 y 6. Olmo afectado por *Armillaria* sp., en el que se aprecia un evidente decaimiento de copa.

Foto 7. Detalle de exudaciones oscuras en corteza de fresno afectado por *Armillaria mellea*. Estas exudaciones son frecuentes síntomas de infecciones por este hongo o por otros agentes patógenos (ver ficha 40).

Foto 8. Detalle de cordones oscuros (rizomorfos) en la madera. Estos cordones son órganos de expansión del hongo.

Foto 9. Detalle del sombrero de *Armillaria ostoyae*.

DESCRIPCIÓN

- *Armillaria mellea* es un hongo que puede actuar tanto como parásito primario de raíces o como saprófito de zonas muertas. Puede ocasionar la muerte del cambium vascular y de la albura a nivel de la base del árbol o degradar raíces o cuello provocando su caída.
- Existen otras especies del género que difieren por sus caracteres morfológicos, preferencias por el hospedante, patogeneidad, hábitat, distribución geográfica, etc. Entre otras se pueden citar *A. gallica*, *A. tabescens*, *A. ostoyae*, *A. cepistipes* y *A. borealis*. A diferencia de *A. mellea* se trata bien de parásitos oportunistas o agentes de pudrición de duramen o madera muerta.

Ficha 23: Hongos de raíz. *Armillaria sp.*

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Los síntomas observables más frecuentes de *A. mellea* actuando como patógeno son el descenso de copa o la muerte de árboles enteros en pie, junto con la aparición de un feltro miceliar blanquecino bajo la corteza del cuello o del tronco. En infecciones más viejas y bajo la corteza seca se desarrollan rizomorfos.
- En la ciudad no suelen observarse los cuerpos fructíferos. Estos aparecen en grupos. Tienen forma de seta de color miel con muchas escamas oscuras en su sombrero. El himenio está compuesto por láminas apretadas que se difuminan en el pie. Presencia de anillo membranoso, persistente, elástico y estriado. Esporada blanca que en ocasiones se aprecia sobre la superficie de las setas.

ORIGEN DEL DEFECTO

- Se transmite de un árbol a otro por esporas, por raíces de árboles vecinos que entran en contacto directo o por rizomorfos (órganos que funcionan como estructuras de conservación y dispersión del patógeno con aspecto de raíces oscuras).
- Es considerado un parásito primario, pero lo más normal es que afecte a árboles estresados o previamente debilitados.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Tanto en frondosas como en coníferas de cualquier edad.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Cuando se observan las masas miceliarias o rizomorfos bajo la corteza, indicará que se encuentra en fase patogénica. En estos casos ocurre que los árboles pueden llegar a morir en pie.
- Por otro lado, *A. mellea* puede actuar como agente de pudrición de la madera del cuello y de las raíces principales, lo que origina la pérdida de estabilidad y posible caída del árbol vivo. Produce pudrición blanca en la que primero se degradan celulosa y hemicelulosa y en una fase posterior también se digiere la lignina.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Dependerá de la especie de árbol y de su vitalidad. Son más propensos a la infección aquellos árboles previamente debilitados.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- La desvitalización del ejemplar. En estos casos es más probable y más rápida la muerte del ejemplar.
- Inclinationes del árbol, que puede contribuir a la caída del ejemplar.
- Intervención de otros hongos, como *Pholiota squarrosa* o *Phaeolus schweinitzii*, que acelerarán la degradación de madera.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Evitar muerte radicular como cortes, compactaciones excesivas o encharcamientos prolongados.
- Eliminar los restos vegetales y cambiar de sustrato en alcorques de los árboles afectados por *A. mellea*, antes de su reposición.
- Se han ensayado el uso de barreras físicas y químicas para impedir la dispersión del hongo a través de rizomorfos, promover el uso de hongos antagonistas (*Trichoderma spp.*), cal viva en tocones de árboles infectados o quema de restos vegetales infectados y la eliminación de sustrato alrededor del cuello y de las raíces exponiendo el micelio del hongo.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Moderada en viario. Excepcionalmente se produce la muerte de grupos de árboles, sobre todo en parques y jardines.

POSIBLES CONFUSIONES

- En ocasiones los cuerpos fructíferos pueden recordar a *Agrocybe aegerita* por tener aspecto de seta y anillo, pero éste se distingue fácilmente por tener *A. aegerita* un pie fibroso, duro y cilíndrico con menos tonalidades pardas. Anillo sin estrías, esporada canela en vez de blanca de *Armillaria* y olor a frutas (*Armillaria mellea* tiene un olor desagradable).

INFORMACIÓN ADICIONAL

- *A. mellea* y *A. tabescens* son también capaces de afectar a distintas especies de palmeras.

Cancros, grandes zonas muertas y heridas



Unidad temática 4: Cancros, grandes zonas muertas y heridas

En esta unidad temática se describen aquellos defectos o anomalías en los que a la vista del inspector se produce la muerte del cambium vascular de una manera u otra, en la periferia del tronco, ramas o cuello.

El concepto de cancro (o chancro) es confuso en cuanto a su significado, origen y características, ya que su definición difiere de unos autores a otros. Una definición extraída del campo de la sanidad forestal (Muñoz *et al.*, 2003) es la siguiente: “lesión necrótica y con frecuencia profunda que se produce en el tallo, ramas o ramitas de una planta con tendencia a extenderse y escasa o nula cicatrización. Se caracteriza por una lesión cortical que afecta a la coloración normal de la corteza, hipertrofias y depresiones en el área afectada y resquebrajaduras del tejido cortical. En última instancia afecta al cambium vascular. Supone la muerte de los órganos por encima de la lesión. (...)”. Otra definición extraída de una publicación sobre arbolado peligroso (Calaza, 2012) se refiere a los cancros simplemente como aquellos que “pueden aparecer en ramas, tronco o raíces, y se identifican ya que la corteza y cambium están muertos y la madera bajo esa corteza está desfigurada (la corteza puede adherirse o no a la cara del cancro).” En esta última definición no se incluye la necesidad de que la zona esté necrosada, que sea profunda o que tenga tendencia a extenderse.

Para evitar confusiones, en esta guía hemos preferido referirnos como **cancros** a aquellas **zonas muertas** afectadas por la muerte del cambium vascular por causas no mecánicas, ya sean agentes abióticos o bióticos. Normalmente utilizaremos la palabra cancro o zona cancrosa como aquellas áreas localizadas en el tallo, rama, base o raíces del árbol, en las que se produce la muerte del cambium vascular y de la corteza, la cual se agrieta, se desprende o se queda adherida a la madera. Generalmente se apreciará el desarrollo de un callo alrededor de la zona lesionada o una depresión en el leño por la ausencia de crecimiento en grosor en las zonas muertas. Si la lesión es joven, en ocasiones sólo se apreciará un cambio de coloración de la corteza ya que no ha dado tiempo a que se genere callo o madera de callo. Los cancros o zonas muertas pueden estar ocasionados por enfermedades, hongos de pudrición que alcanzan el cambium vascular, daños meteorológicos (quemaduras de sol, heladas,...) y otras causas,. Algunas de ellas intervienen de manera conjunta.

También incluimos en este capítulo las maderas vistas, descortezados sin pudrición significativa, que se produzcan por daños mecánicos, en las cuales desaparezca la corteza protectora. Los casos en los que se haya desarrollado pudrición de la madera expuesta o cavidades, se describen en las Unidades temáticas 2 y 3.

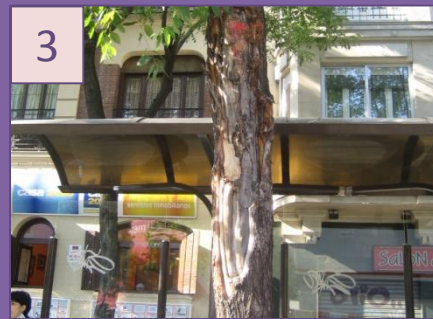
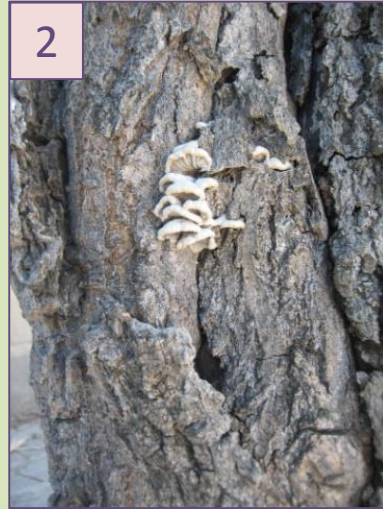


Foto 1. Detalle de cancro caracterizado por el agrietamiento de la corteza por muerte del cambium vascular. No se aprecia madera de callo alrededor de la lesión.

Foto 2: Detalle de franja longitudinal del tronco muerta (en este caso atribuible al hongo patógeno *Neonectria galligena*). También se aprecia como la corteza se desprende por la muerte del cambium vascular.

Foto 3: Detalle de un ejemplar situado en una parada de autobús, que presenta maderas vistas originadas por impactos reiterados de autobuses.

Ficha 24: Cancros ocasionados por hongos descomponedores de la albura



Fotos 1, 2, 3 y 4. Distintas imágenes de zonas canchosas con cuerpos fructíferos de *Schizophyllum commune* (ver ficha 12). Algunas tienen su origen en la insolación de la cara suroeste del árbol (ver ficha 31) y la madera muerta (o estresada) ha sido colonizada por el hongo.

Foto 5. Detalle de cuerpos fructíferos de *Trametes versicolor*, agente causante de podredumbre en albura poco frecuente en el viario de Madrid.

DESCRIPCIÓN

- Se caracterizan por su capacidad de colonizar tejidos muertos o debilitados, y por tener un crecimiento típico que se desarrolla desde el exterior del leño (albura) hacia el interior, sin que la pudrición alcance extensiones importantes.

Ficha 24: Cancros ocasionados por hongos descomponedores de la albura



- Existen varios hongos que pueden producir este tipo de chancros. Los más frecuentes en Madrid son los ocasionados por *Schizophyllum commune* (ver ficha 12) o *Stereum sp.* (ver ficha 14). Puntualmente también se puede encontrar el hongo *Trametes versicolor*, pero su presencia en viario es rara.

Ficha 25: Cancros ocasionados por hongos descomponedores del duramen que se expanden excéntricamente



Fotos 1, 2, 3 y 4. Detalles de distintas zonas cancras originadas por *Inonotus hispidus*. En algunos casos se aprecian restos de los cuerpos fructíferos del hongo.
Fotos 5 y 6. Cancros originado por *Fomitiporia mediterránea* en *Ligustrum lucidum*, en los que se aprecia la fructificación del hongo "pegada" al sustrato.
Foto 7 y 8. Ejemplar de *Populus alba* 'Bolleana' en el que se ha originado un cancro y pudrición debido al hongo *Fomitiporia punctata*.

DESCRIPCIÓN

- Son hongos generadores de cancos con desarrollo inicial en el duramen. Una vez el hongo se ha instalado en la zona central del tronco, se expande por una franja de la albura hacia el exterior (en crecimiento excéntrico), provocando la muerte del cambium vascular en la franja de expansión y generando de esta manera cancos e induciendo la formación de la zona de barrera.

Ficha 25: Cancros ocasionados por hongos descomponedores del duramen que se expanden excéntricamente

- Los casos más frecuentes en Madrid son *Inonotus hispidus* (ver ficha 7) y, en menor medida *Fomitiporia sp.* (ver ficha 8).

Ficha 26: Cancros ocasionados por hongos descomponedores del duramen que se expanden concéntricamente



Fotos 1 y 2. Distintas imágenes de zonas cancosas afectadas por *Fomes fomentarius* en distintos ejemplares de *Populus alba* 'Bolleana'.

DESCRIPCIÓN

- Al comienzo del desarrollo se encuentran restringidos al duramen o falso duramen del árbol. Una vez establecidos, y si tienen capacidad patogénica, se expanden concéntricamente hacia la periferia (hacia el cambium vascular, pero en la mayoría de los casos sin llegar a alcanzarlo, por lo que no se forma zona de barrera). No obstante, algunos de estos hongos pueden alcanzar localmente zonas de la albura o se desarrollan en las zonas donde se produjo la herida que sirvió de vía de entrada para la pudrición del duramen, originando zonas muertas de aspecto cancoso.

Ficha 26: Cancros ocasionados por hongos descomponedores del duramen que se expanden concéntricamente



- Un ejemplo de este caso es la afección por *Fomes fomentarius* (ver ficha 10), que genera estrechas zonas muertas o grietas en la superficie, así como franjas de madera muerta entre dichas grietas. En estas zonas el hongo suele fructificar.

Ficha 27: Cancro en plátano asociado a termita (*Kaloterms flavicollis*)



Fotos 1, 2 y 3. Aspecto de lesiones viejas en las que se observan las galerías en superficie.
Foto 4. Detalle de corte transversal de ramas, con galerías intercaladas en la madera.



Fotos 5, 6 y 7. Distintas zonas cancerosas asociadas a *K. flavicollis*.
Foto 8. Detalle de termitas obreras .

DESCRIPCIÓN

- *Kaloterms flavicollis* es un Isóptero (termita) que se encuentra en toda la región mediterránea y que se desarrolla en madera de árboles, arbustos y madera húmeda de construcción.
- En Madrid se puede encontrar en distintas especies de árboles, desarrollando colonias sobre madera muerta o en descomposición. El plátano parece ser una de las especies más afectadas por el ataque al formarse cancos, acompañado por pérdidas estructurales internas, lo que debilita su resistencia frente a fracturas. A estas lesiones en ocasiones se las denomina también “chancro seco”.
- Algunos estudios indican que hay hongos como *Fusarium solani* asociados a este tipo de cancro. Si bien este hongo puede estar presente en el cancro como patógeno oportunista, la digestión de la pared celular del xilema debe corresponderá a hongos descomponedores de otro tipo (p. ej. *Inonotus hispidus*) (observación particular de los autores).
- Siguiendo a Iguñiz (2001) las lesiones por *K. flavicollis* en plátano pueden clasificarse como “jóvenes”, “maduras” o “viejas”.

Ficha 27: Cancro en plátano asociado a termita (*Kalotermes flavicollis*)

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Se debe sospechar la presencia de *K. flavicollis* si observamos amplias lesiones laterales en tronco o en gruesas ramas de plátano con un aspecto de corteza marrón seca, hundida o con exudaciones oscuras. A veces se aprecia en la superficie de la madera las galerías de los insectos. No siempre se ve un callo regular alrededor y a veces éste presenta localmente ángulos agudos.
- Los insectos se pueden observar desprendiendo madera en pudrición, principalmente en las zonas más próximas a la madera de callo, donde el termitero está más activo. Tienen aspecto parecido a hormigas, pero éste varía según la casta a la que pertenezcan. Pueden ser blancos con tonalidades pardas (ninfas, soldados, etc.), o negras con el pronoto marrón (reproductores).

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Las colonias de termita suelen tener su origen en heridas de poda o por impactos mecánicos.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- *K. flavicollis* puede encontrarse en numerosas especies de árboles, generalmente asociado a pudriciones internas. En plátano forma el “cancro seco”. Lo normal es que se desarrollen en árboles maduros o viejos (en ocasiones también en jóvenes).

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Las pérdidas estructurales son difícilmente valorables visualmente y es necesario el uso de instrumentos de testificación de la madera, porque las cavidades de las termitas, área afectada, extensión y distribución son anárquicas. Transversalmente las galerías son, en buena parte, paralelas a la superficie del cuerpo leñoso, pero también pueden aparecer en la zona central del mismo.
- Las termitas atraviesan sistemáticamente las barreras de compartimentación, que utilizan los hongos para colonizar madera sana. Por fortuna su desarrollo suele ser lento y se pueden encontrar lesiones con más de 20 años sin que se hayan producido fracturas.
- En cualquier caso lesiones con más del 40 % de su perímetro afectado, deben ser considerados como graves. La muerte perimetral produce indudablemente una reducción de la vitalidad del árbol.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- El plátano suele formar sucesivas zonas de reacción o de barrera, que los insectos rompen poco a poco. Los árboles vitales producirán mayor cantidad de madera en los anillos de nueva formación, que compensarán parcialmente el material perdido.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- En algunos casos será más rápida la extensión de la lesión y la gravedad de las lesiones, como en casos de desvitalización, inclinación, ausencia de callo cicatricial, aparición de grietas en el labio o en la madera viva o bien en la instalación de colonias en una horquilla, principalmente por el lado sometido a tensión (parte superior de la misma).
- En cualquier caso si la lesión afecta al 40 % del perímetro del tronco o rama en que se encuentre, la gravedad de la lesión será alta. Este porcentaje debe reducirse en los casos de que la lesión se encuentre en el lado a tensión.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Evitar heridas de poda o por impactos mecánicos en la época en que vuelan los imagos alados, que suele ser en otoño.
- Cuando se eliminen ramas afectadas, eliminar los restos de poda con termiteros, preferentemente por quema.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Muy común en árboles en los que se han producido grandes cortes de poda, que son las vías de entrada más comunes.

POSIBLES CONFUSIONES

- El insecto puede confundirse con la termita subterránea (*Reculitermes lucifugus*), que se encuentra en raíces y es más raro en la parte aérea del árbol (más información en ficha 33).

INFORMACIÓN ADICIONAL

- Puntualmente afecta a las vigas y pilares de edificios antiguos, lo que debe considerarse en la eliminación de restos de poda.

Ficha 28: Cancro originado por *Cytospora chrysosperma*

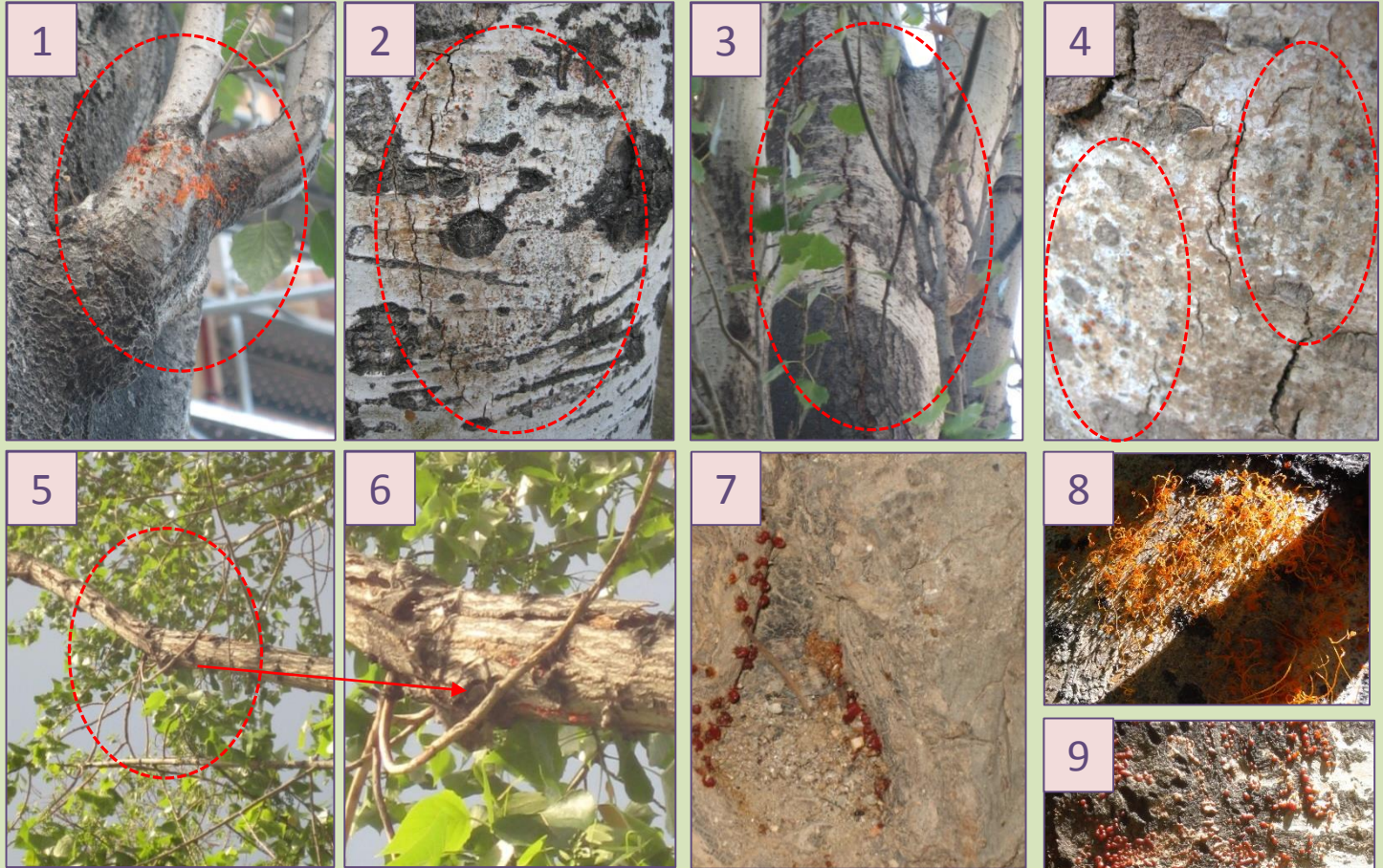


Foto 1. Cirros de *C. chrysosperma* en base de rama originada por brotación epicórmica, en *Populus alba* 'Bolleana'.

Fotos 2, 3 y 4. Zonas de la corteza necrosada, originadas por el hongo. Se aprecia un resquebrajamiento de la corteza y zonas oscuras que indican su muerte.

Fotos 5 y 6. Rama prácticamente seca de *Populus x canadensis*, con corteza desprendiéndose. Se observan estructuras de fructificación del hongo en su superficie.

Foto 7. Cuerpos fructíferos del hongo en el cuello del árbol, lo que no es habitual para la especie.

Fotos 8 y 9. Aspecto de las fructificaciones del hongo, en forma de cirro (foto 8) y de estroma (Foto 9).

DESCRIPCIÓN

- Hongo patógeno oportunista generalmente de especies del género *Populus*, que se desarrolla en la superficie del tronco o de ramas debilitadas o secas. La fase teleomorfa del hongo se denomina *Valsa sordida*.
- Bajo condiciones de estrés (en particular estrés hídrico), es capaz de expandirse produciendo necrosis de la corteza y del cambium vascular, y la muerte de ramillas, ramas, zonas del tronco, e incluso contribuir a la muerte de ejemplares jóvenes muy debilitados.

Ficha 28: Cancro originado por *Cytospora chrysosperma*

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- El hongo produce una necrosis de las cortezas debilitadas que internamente se vuelve de tonalidad negruzca y de textura fibrosa.
- En la corteza fina de *P. alba* y *P. alba* 'Bolleana' se produce un cambio de coloración acompañada por la muerte de la corteza, tornándose amarillento-asalmonada y abriéndose longitudinalmente.
- En zonas cancrosas el hongo forma cirros rojizos o anaranjados (estructuras de fructificación filamentosas), pequeñas masas estromáticas o, menos frecuente, en forma de picnidios negros (punteaduras donde se producen conidios).

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- La mayoría de las infecciones comienzan al final del otoño o durante el invierno. Los conidios o las esporas del hongo alcanzan heridas y en un principio se desarrollan de manera saprófita sobre los tejidos muertos expuestos. Cuando el hospedante se encuentra en parada vegetativa el hongo aprovecha para extenderse en los tejidos próximos a la herida, formando cancras.
- También puede iniciarse la colonización en zonas de corteza muerta o debilitada por otros patógenos o a través de lenticelas.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Especies del género *Populus* o *Salix* de cualquier edad, generalmente debilitados. Hemos encontrado cirros de *C. chrysosperma* también en *Acer pseudoplatanus*, asociado a quemaduras de sol (ver ficha 31).

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Coloniza y mata tejidos de la corteza y del cambium vascular de árboles estresados o poco vitales, contribuyendo a su debilitamiento. Su virulencia dependerá de la cepa que se trate.
- Apenas tiene efectos mecánicos directos, pero la madera expuesta puede ser vía de entrada de hongos de pudrición.
- Es frecuente ver ramas secas o muy desvitalizadas colonizadas por *C. chrysosperma* de manera saprófita, pero al ser un hongo oportunista, puede producir expansiones rápidas bajo periodos de estrés del árbol secando ramas o árboles finos.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Al comienzo del periodo vegetativo, una nueva peridermis se forma en la corteza alrededor de la zona lesionada, mientras que la albura muerta es compartimentada. En ambos casos se produce una deposición de inhibidores fúngicos, tanto dentro sus células como entre estas. Este mecanismo es más débil en el cambium y en la albura que en la corteza (floema), por lo que el hongo suele utilizar estas zonas para expandirse más allá de lo que se aprecia en los límites exteriores de la corteza (Sinclair & Lyon, 2005).

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Condiciones de estrés hídrico, pero también encharcamientos, calor excesivo, heladas, defoliaciones, deficiencias de ciertos nutrientes o infecciones por otros patógenos.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Desinfectar siempre las herramientas de poda, más aún cuando se eliminan ramas infectadas por el hongo.
- La poda en invierno favorece la colonización del hongo. Si ésta se realiza durante el periodo vegetativo, probablemente permitirá al árbol generar barreras para evitar la expansión del hongo cuando llegue el periodo invernal.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Muy común en especies del género *Populus*.

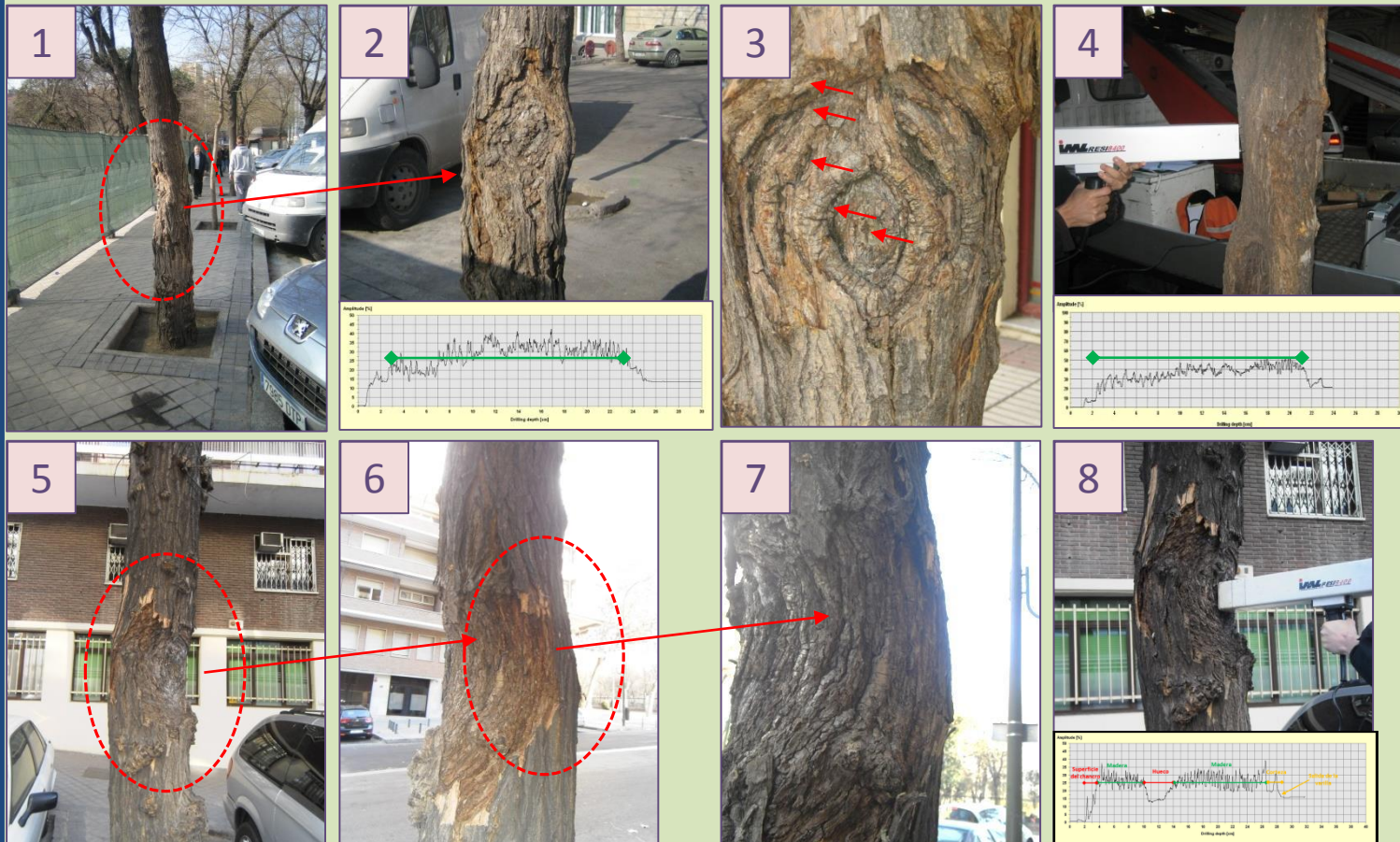
POSIBLES CONFUSIONES

- Cuando aparecen los cirros de color rojo o anaranjado sobre la corteza, es de difícil confusión.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- Los cancras se forman entre 2 a 30 ° C . El crecimiento longitudinal de estos cancras, en periodos favorables para el hongo, alcanza los 40 mm/día (Sinclair & Lyon, 2005).

Ficha 29: Cancro concéntrico



Fotos 1 y 2. Ejemplar afectado por un cancro concéntrico en la parte baja del tronco. Generalmente no se produce pudrición interna tal y como se comprueba con la inspección instrumental realizada con resistógrafo.

Foto 3. Detalle de un cancro concéntrico en el que se aprecia una sucesiva regresión cambial en su superficie, que le otorga el aspecto de una “diana”.

Fotos 4. Testificación realizada en una sófora afectada por un cancro concéntrico. Como es habitual no se encuentra normalmente pudrición interna.

Fotos 5, 6, 7 y 8. Fotos de un mismo ejemplar con un cancro muy viejo y que ya afectaba a dos tercios del perímetro del tronco. En este caso se aprecia un pequeño hueco interno, que probablemente se deba a la expansión interna por el tronco de *Inonotus hispidus*, ya que éste se observaba en la cruz y parte superior del tronco.

DESCRIPCIÓN

- Algunos tipos de cancro persisten durante años, produciendo periodos de crecimiento reparador, con otros en los que se produce la muerte de los nuevos tejidos. Lo que forma dibujos en forma de círculos concéntricos en su superficie.
- Varios agentes pueden causar este tipo de cancro, el más común es *Nectria galligena* (*Neonectria galligena*), pero también se cita *Stereum rugosum*. En este apartado se describen las estrategias de *N. galligena* por ser el más común en Madrid.

Ficha 29: Cancro concéntrico

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- En su superficie quedan “grabados” concéntricamente los sucesivos maderos de callo que año tras año se van generando tras la muerte de la madera de callo del año anterior. Esto le da un aspecto de diana de flechas o de dardos. En ocasiones aparece acompañado del secado de ramillas.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- La colonización se produce en pequeñas heridas o áreas muertas. Al principio la lesión es pequeña, pero en la época de parada vegetativa del árbol, el hongo coloniza el último callo formado y mata su corteza, cambium y albura exterior. Posteriormente el árbol genera un labio cicatricial en el periodo de desarrollo que vuelve a morir en el periodo de dormición. Este proceso puede permanecer durante décadas.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- *N. galligena* afecta a frondosas de numerosas especies y de cualquier edad, pero también hay canchros en coníferas.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- *N. galligena* secreta proteasas y enzimas pécticas que parecen ser parcialmente responsables de la necrosis de los tejidos y de la degradación de la corteza afectada, pero la madera no se pudre ya que las enzimas segregadas por el hongo tienen un efecto antagonista con hongos descomponedores. El hongo también produce ácido indolacético que simula las auxinas que produce el árbol, lo que estimula la formación de un prominente labio (madera de callo) alrededor.
- Ocasionalmente se produce la muerte de ramas o ramillas afectadas. Si se presenta en el tronco, produce una reducción de la actividad fisiológica del árbol, que rara vez es grave, pero en ocasiones se ha observado la muerte del huésped.
- Lonsdale (2000) apunta que los estreses mecánicos se concentran alrededor del canchro, lo que puede originar su rotura. Nosotros hasta la fecha no hemos observado fallos mecánicos asociados a estas lesiones.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- El árbol crea durante años nuevos anillos alrededor del árbol, así como madera de compensación alrededor de lesiones grandes.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Si existe más de un canchro en una misma sección
- Si están asociados a otros defectos (fisuras, ramas con anclajes débiles, huecos etc.) o troncos muy expuestos al viento.
- Lonsdale (2000) propone que si la lesión afecta a más del 25 % debería encontrarse bajo sospecha. La USDA aconseja que se tomen medidas cuando un canchro o múltiples canchros superen el 50 % de su perímetro. Nosotros consideramos que no es muy preocupante hasta que no alcanza el 35-40 % de su perímetro. En ningún caso se han hecho investigaciones al respecto.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- La desinfección de herramientas de poda, especialmente cuando se han eliminado ramas afectadas por este tipo de canchro.
- Si afecta a más de 1/3 de su circunferencia, deberían tomarse medidas para reducir el riesgo del árbol.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Moderada, localmente frecuente (como en algunas calles de distritos Retiro, Salamanca, Chamberí o Tetuán).

POSIBLES CONFUSIONES

- Con canchros por quemaduras de sol o asurados en los que también se aprecian regresiones cambiales (ficha 31). Pero estos suelen tener mayor longitud, se producen generalmente en la cara sur –suroeste del árbol, los callos duran más tiempo hasta que mueren, y son frecuentemente colonizados por hongos como *Schizophyllum commune*, lo que no ocurre cuando interviene *N. galligena*.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- El cambio de dirección de las fibras de la madera en los sucesivos callos y las zonas de barrera generadas año tras año, provoca que la varilla del resistógrafo encuentre mayor resistencia en su avance, doblándose y pudiendo llegar a romperse.

Ficha 30: Cancro duro en *Sophora japonica*



Fotos 1, 2, 3 y 4. Distintas ramas de sófora afectadas por daños similares.

Fotos 5 y 6. Ejemplar secándose en el que se aprecian cancras en la base de sus dos ramas principales y la inducción de rebrotes bajo la lesión.

Foto 7. El perímetro de la zona cancosa en el tronco de este árbol es importante y tiene un efecto significativo en su fisiología.

Foto 8. Detalle de testificación instrumental realizada con resistógrafo en rama cancosa de sófora. Por encima del defecto la rama se estaba secando, mientras que por debajo se observaba la proliferación de rebrotes epicórmicos. La testificación instrumental no muestra pérdidas estructurales significativas en la zona cancosa.

DESCRIPCIÓN

- Aparece en *Sophora japonica*, en el que se produce un agrietamiento de la corteza, generalmente en ramas con corteza fina, pero también en el tronco. Se desconoce cuál es el agente o los agentes que lo causan. Es probable que se trate también de *Neonectria galligena* (ver ficha 29), pero su presencia supone un debilitamiento grave del órgano afectado que generalmente conduce al secado completo de ramas o incluso árboles. Casi nunca llega a desarrollarse pudrición en el interior del cuerpo leñoso.

Ficha 30: Cancro duro en *Sophora japonica*

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Se aprecia el agrietamiento de la corteza, generalmente joven, de ramas o troncos de árboles vitales o no vitales, en los que se produce un crecimiento alrededor como reacción del árbol, acompañado con el secado de ramillas. En primera instancia clorosis o caída prematura de las hojas en las partes afectadas, al que le sigue el secado de la rama en años venideros. Frecuentemente se produce una proliferación de brotes epicórmicos bajo la lesión, ya que las auxinas, inhibidoras del desarrollo de rebrotes, dejan de llegar a las yemas durmientes por la interrupción de la circulación del floema, lo que induce la producción de rebrotes (observación particular de los autores).

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- El origen es desconocido y puede deberse a una o varias causas, entre las que se encuentran:
 - Neonectria galligena*, causante en la mayoría de los casos del cancro concéntrico (ficha 29), es el agente más probable, pero a diferencia de lo que ocurre en los cancos concéntricos, se produce una afección masiva en poco tiempo y un efecto grave en el estado fisiológico del órgano afectado. También puede tratarse de otro hongo similar.
 - Insectos que se desarrollan subcorticalmente entre el floema y el cambium, lo que produciría la muerte de los tejidos en la zona y un crecimiento irregular de las fibras en años sucesivos. Esta posibilidad se basa en que, al desprender la corteza, a veces aparecen galerías, excrementos y restos de insectos perforadores. También podrían tratarse de vectores del verdadero patógeno.
 - Impactos mecánicos o heladas, pero no siempre es posible asociar una herida a la zona cancerosa.
 - Afección temprana de un parásito de heridas como *Inonotus hispidus*, con capacidad de colonizar heridas de menos de 2,5 cm y matar tejidos próximos. No obstante en algunos casos no se aprecian heridas, lo que descartaría esta posibilidad.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Frecuente en ramas o árboles jóvenes de *Sophora japonica*, en los que aún no se ha desarrollado una gruesa corteza.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- En ramas puede tener efectos fisiológicos graves al llegar a producirse la muerte de ramas o de árboles jóvenes.
- Desde el punto de vista estructural, no se han encontrado pudriciones internas en este tipo de lesiones. Probablemente los estreses mecánicos se acumulen alrededor del cancro, lo que puede generar problemas si la lesión es muy grande.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Si el árbol tiene vitalidad suficiente, se produce una abundante síntesis de madera de compensación alrededor del cancro.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Si la lesión afecta a más del 35-40 % de su perímetro o si existe más de un cancro en un mismo árbol.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Al desconocerse su origen, no se pueden proponer medidas de prevención. Es conveniente investigar las causas más a fondo. No obstante es muy probable que la mayoría de los casos tengan su origen en cortes de poda con herramientas infectadas.
- Si hay ramas secas o el cancro afecta a más de 1/3 de su circunferencia, deben tomarse medidas para reducir el riesgo del árbol.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Moderada.

POSIBLES CONFUSIONES

- Con otros tipos de cancos.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- Las zonas de barrera generadas y el crecimiento irregular de las fibras producen que el leño ofrezca una mayor resistencia a la penetración de la varilla del resistógrafo. Por este motivo hay que tomar medidas para evitar que ésta se doble y la haga inservible.

Ficha 31: Quemaduras solares (asurados o daños por insolación)



Fotos 1, 2, 3 y 4. Ejemplares maduros de viarrio de *Populus alba* 'Bolleana' afectados por quemaduras solares en la cara suroeste de los mismos. Esta especie es muy propensa a este tipo de lesiones cuando son jóvenes, que el árbol no suele cerrar en la madurez.

Foto 5. Detalles de ramas de *Melia azedarach* con cambio de coloración en la corteza, en las zonas expuestas a mayor insolación. El cambio de coloración se produce como paso previo a la separación entre la corteza y el leño, y aparece con mayor frecuencia en árboles previamente debilitados o estresados.

Fotos 6 y 7. Ejemplares de tilo en los que se observan quemaduras de sol en la cara sur o suroeste las que todavía no se ha desprendido la corteza del leño.

Foto 8. En este árbol joven la corteza se está desprendiendo a lo largo de una franja del tronco por su cara suroeste, consecuencia de la muerte del cambium vascular.

DESCRIPCIÓN

- Se producen en árboles que no poseen corteza suficientemente gruesa. Las quemaduras más comunes ocurren en parada vegetativa de invierno, con noches frías y días de fuerte insolación. Por estos motivos los canchros se producen típicamente en la cara suroeste o sur de árboles jóvenes. A veces la insolación también se produce en los días más calurosos del año (julio y agosto).
- También es frecuente en árboles de especies propensas a estos daños en los que repentinamente se les expone a una mayor insolación, por ejemplo por la tala de árboles próximos o por podas de ramas que daban cierto grado de sombra a zonas de delgada corteza.

Ficha 31: Quemaduras solares (asurados o daños por insolación)

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- La muerte del cambium vascular en un primer momento origina el cambio de coloración de la corteza o su resquebrajamiento en la cara suroestes del árbol. En ciertas especies la corteza se torna rojiza en la cara afectada (foto 5). Posteriormente ésta se agrieta y el leño queda expuesto. Más común en la parte baja del fuste pero también puede producirse en ramas o fustes tras podas.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Está originado por el sol de invierno. Aquellos ejemplares con estrés hídrico o los más desvitalizados se verán más afectados.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Unas especies son más tolerantes que otras. Las especies más propensas a estos daños son aquellas con temperamento de sombra, que tienen su clima ideal en climas estivales suaves o que vegetan en ambientes húmedos.
- La mayoría de las frondosas son propensas, pero principalmente aquellas con corteza fina y poco ritidoma de protección en esta. Por estos motivos es más frecuente también en árboles jóvenes.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Tras la muerte del cambium vascular, la corteza se desprende lo que es una vía de entrada para hongos patógenos de pudrición, perforadores de madera muerta u otros. La muerte de esta cara, junto con los efectos de estos agentes, produce cierta rigidez de la madera, que evoluciona en grietas, fendas e incluso fisuras. Árboles jóvenes expuestos a vientos fuertes, pueden llegar a fracturar.
- Desde el punto de vista fisiológico la muerte de los tejidos vasculares produce una reducción de su actividad fisiológica.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Tras el periodo de parada vegetativa, el árbol responde formando tejido cicatricial alrededor y compartimentando la lesión tanto en la corteza como en el xilema, con el fin de evitar la entrada de aire y patógenos en tejidos vivos. Su calidad dependerá de la vitalidad del ejemplar.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- La colonización de hongos de pudrición o de hongos patógenos. Algunos como *Schizophyllum commune* son muy habituales en este tipo de lesión. Éstos generan pudriciones locales de escasa extensión, pero lo suficiente como para debilitar fustes delgados.
- Si están conectados a fisuras, ramas con anclajes débiles, cavidades u otros defectos.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- La mayoría de estos problemas se reduciría con una adecuada selección de especie. En calles dirección este-oeste, situadas en la acera norte, este tipo de lesión es más común. También en aquellas calles sin edificaciones o árboles próximos.
- Una solución es “vendar” el árbol cuando son jóvenes, pero algunos autores desaconsejan esta práctica, al ocultar posibles problemas que puedan desarrollarse en el tronco y al limitar la capacidad fotosintetizadora en árboles en los que el tronco aún es “verde” (Shigo, 1991). También a veces árboles frutales en campos agrícolas son pintados de blanco por este motivo, pero en árboles urbanos no parece una buena opción.
- Evitar podar en exceso ramas bajas durante algunos años hasta que el árbol cree un sistema radicular consolidado.
- Mantener los suelos con humedad suficiente a través de riego o mulch orgánico.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Muy común en árboles jóvenes.

POSIBLES CONFUSIONES

- Con daños de heladas, con patógenos formadores de cancos, con insectos perforadores, o con daños mecánicos en la base.

INFORMACIÓN ADICIONAL

-

Ficha 32: Daños mecánicos o por fuego sin pudrición



Foto 1. Ejemplar con heridas recientes a lo largo de su tronco, probablemente por impactos de vehículos. Cuando la herida es reciente, se observa un cambio de coloración tenue en la madera expuesta por su oxidación al aire, pero su aspecto será amarillento y la ausencia de madera de callo.

Foto 2. Ejemplar con distintas heridas. Una más antigua con madera de callo alrededor (línea roja), y otras más recientes originadas por impactos recientes (flechas).

Fotos 3 y 4. Árbol inclinado que interfiere con vehículos de gran tamaño que transitan por la calzada. La reiteración de impactos en una misma zona origina heridas de distinta profundidad, con regresión cambial y muerte de antiguos callos que "intentaban" encapsular la herida (Ver Unidad Temática 2). De momento no se ha desarrollado pudrición, aunque dado el tamaño de las mismas lo más probable es que se inicie el desarrollo de hongos de pudrición.

Fotos 5 y 6. Árbol con características similares al anterior, pero con heridas más profundas y por tanto la probabilidad de desarrollar pudrición es todavía mayor.

Foto 7. Impactos reiterados en la base de un árbol producen un engrosamiento característico alrededor de la herida (caso 1)

Foto 8. Detalle de corteza afectada por fuego (caso 2).

DESCRIPCIÓN

- En este apartado se agrupan todos aquellos daños mecánicos en los que la madera queda expuesta (incluidos daños por heridas de poda) así como daños por fuego, siempre que no se haya desarrollado podredumbre en la madera expuesta.
- Los casos son muy numerosos, pero se describen dos casos particulares muy comunes en Madrid.
 - Caso 1. Golpes de vehículos en la base de los árboles, que producen un abultamiento en el árbol.
 - Caso 2. Heridas ocasionadas por vandalismos (quemaduras, anillamientos, etc.).

Ficha 32: Daños mecánicos o por fuego sin pudrición

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- La corteza y el leño son dañados o eliminados. La madera expuesta en un primer momento se oxida y cambia de coloración rápidamente. Ésta contiene abundantes nutrientes, disponibles para mohos u otros hongos “pioneros” de ciclo rápido, cuyas esporas están presentes en el aire en gran cantidad. Éstos colonizan la madera expuesta, aprovechan los azúcares y otros nutrientes, esporulan rápidamente para colonizar nuevos sustratos y desaparecen cuando se termina la disponibilidad de alimento. Generalmente estos hongos sólo producen un cambio de coloración de la madera (hongos cromógenos), y no causan significativos cambios estructurales en la madera expuesta.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Muy variado (podas, impactos de vehículos, sillas de terrazas atadas a los árboles, carritos de carga y descarga, impactos por obras, vandalismo, farolas que interfieren con ramas, etc.). El fuego es más común en la proximidad de contenedores quemados por vandalismo, por colillas mal apagadas, etc. (ver casos).

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Todas las especies y de cualquier edad son susceptibles de sufrir daños mecánicos o por fuego, especialmente en ámbitos urbanos.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- A corto plazo no se producen cambios considerables en las propiedades mecánicas de la madera expuesta, pero algunos hongos cromógenos pueden alterar las propiedades mecánicas de la madera de tensión (Encinas, 1995; Daniel, 1997; Schwarze, 2000) y en daños extensos conviene tomar precauciones (ver casos). Pasado un tiempo y si se dan ciertas condiciones, pueden desarrollarse hongos de pudrición y por tanto originar pérdidas estructurales mayores (ver Unidades Temáticas 2 y 3).
- Desde el punto de vista fisiológico, estos pueden tener un efecto leve o grave, según el daño perimetral producido.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Tras la herida se produce la muerte de tejidos colindantes por la desecación de estos tejidos y la entrada de aire. La época en que se produce mayor cantidad de tejido muerto es al principio del periodo de parada vegetativa (en muchas especies de Madrid, en octubre o noviembre), mientras que en las lesiones de primavera, normalmente la extensión de los tejidos colindantes será limitada. No obstante, esto dependerá en gran medida de la especie y las condiciones meteorológicas.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Si la lesión alcanza el 35-40 % de su perímetro y el árbol está desvitalizado.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- El factor más importante para prevenir daños importante será una mayor concienciación ciudadana en el respeto del árbol y la formación de los profesionales del árbol.
- En ocasiones instalar protectores, bolardos, etc., para evitar daños por estacionamiento de vehículos en posiciones propensas.
- La elección de árboles con vasos altos o podas de formación de árboles jóvenes para evitar impactos de vehículos en ramas bajas.
- El perfilado de heridas es un tratamiento sanitario. Las heridas deben ser retocadas tan superficialmente como sea posible y agrandadas lo menos posible, sin agudizar los extremos y con márgenes redondeados, sin excavar en la superficie de la herida, etc. Si se hubiera formado callo, recortar la corteza sin dañar dicho callo (Shigo, 1994).

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Muy común en Madrid, al igual que en cualquier otra ciudad.

POSIBLES CONFUSIONES

- Algunos desordenes abióticos, canchros, insectos perforadores pueden ocasionar daños similares a estos tipos.

INFORMACIÓN ADICIONAL

-

Ficha 32. Caso 1: Golpes de vehículos en la base de los árboles, que producen un abultamiento en el árbol



Foto 1. Árbol en contacto con vehículo estacionado en batería. Los impactos reiterados de los coches originan heridas en la zona de contacto, alrededor de las cuales se generan sucesivos callos.

Foto 2. Zona de un plátano orientada hacia la calzada. Se aprecian los intentos del árbol por ocluir las heridas que se van formando por impactos continuados.

Fotos 3 y 4. En la zona de impactos reiterados de esos árboles se ha desarrollado pudrición en la base.

Fotos 5, 6, 7 y 8. En la zona de impactos el árbol genera más madera por lo que se producen engrosamientos característicos que en ocasiones son aplanados. Es frecuente que estos engrosamientos se formen en alineaciones completas, como ocurre en la foto 7.

DESCRIPCIÓN

- Se distingue este caso por ser bastante frecuente en Madrid. Está originado por una reiteración de golpes a lo largo del tiempo en un mismo punto, lo que produce un engrosamiento irregular que puede llegar a confundirse con otros orígenes.

Ficha 32. Caso 1: Golpes de vehículos en la base de los árboles, que producen un abultamiento en el árbol.

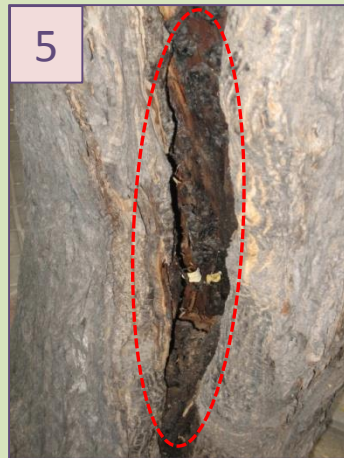
ORIGEN DEL DEFECTO

- Este tipo de daño suele producirse en la base de árboles orientados hacia la calzada, situados junto a una banda de estacionamiento en batería. Los impactos reiterados de vehículos en la misma cara del árbol, produce el crecimiento de callos y de madera de compensación en la zona repetidamente dañada. La corteza tiene un desarrollo anárquico y en ocasiones se aprecian maderas vistas intercaladas por madera de callo. El desarrollo de madera alrededor de la lesión produce un abultamiento con forma aplanada por el lado de los impactos.

EFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Los continuados golpes de vehículos sobre el árbol pueden romper las barreras que se forman para evitar la entrada de aire o de agentes patógenos o de pudrición. En los casos en los que haya suficiente madera inerte, los hongos descomponedores pueden comenzar su desarrollo en estos puntos.

Ficha 32. Caso 2: Heridas ocasionadas por vandalismos



Fotos 1, 2 y 3. Ejemplares anillados intencionadamente para matar el árbol. Probablemente estos árboles no sean deseados por algún vecino, que recurre al vandalismo con la finalidad de matar el árbol. A pesar de que se interrumpe la circulación de savia por el floema, el árbol puede permanecer vivo algún año más gracias a sus reservas. No obstante, lo normal es que finalmente acabe muriendo.

Foto 4 y 5. Detalles de aboles quemados por actos vandálicos. En la foto 4 la corteza y la madera muerta han sido colonizados por hongos de pudrición.

Foto 6. Acto vandálico perpetuado en dos árboles recién plantados, cuyos troncos han sido cercenados sin motivo aparente.

DESCRIPCIÓN

- Los casos de vandalismo desafortunadamente son muy comunes en la ciudad de Madrid. Las agresiones se suelen producir porque un ejemplar molesta a un vecino o sin causa justificada (p. ej. árboles tronchados, anillamientos con hacha, cuchillo o navaja, o adición de herbicidas para matar el árbol).
- Otro tipo de vandalismo indirecto es ocasionado por el fuego en contenedores que frecuentemente daña a los árboles contiguos.

Ficha 32. Caso 2: Heridas ocasionadas por vandalismos

ORIGEN DEL DEFECTO

- Los actos vandálicos no tienen justificación. El origen de estos actos está en la falta de sensibilidad y concienciación ciudadana por el árbol urbano.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- El anillamiento de árboles o la adición de herbicidas puede conducir a la aparición de ramas secas que, paradójicamente pueden llegar a caer en la zona de acceso a la casa del causante del daño.
- El fuego en árboles producen grandes heridas en árboles que además producen la muerte de tejidos de la corteza, cambium vascular o del xilema. La madera o corteza quemada son sustratos ideales para la colonización y desarrollo de hongos de pudrición, tanto por sus características (porosidad, humedad, etc.) y por haber mayor cantidad de madera muerta disponible para el establecimiento de hongos de pudrición (Schwarze, 2000). En estos casos será más probable el desarrollo de pudriciones futuras que en heridas mecánicas normales.

Unidad 5

Perforaciones, orificios y galerías de insectos



Unidad temática 5: Perforaciones, orificios y galerías de insectos

Los insectos perforadores son aquellos que se alimentan (normalmente en su fase larvaria) del cambium, del floema o del xilema. De cara a esta guía distinguiremos dos tipos:

- **Perforadores subcorticales.** Aquellos que se alimentan del floema, del cambium o del xilema más externo
- **Perforadores de leño:** Aquellos que se alimentan del xilema interno como el duramen o la albura más vieja.

Los perforadores subcorticales producen indudablemente un debilitamiento fisiológico de la planta, que será de mayor o menor grado en función de la extensión de los daños, llegando en los casos más graves a la muerte del ejemplar.

Los perforadores del leño tendrán un efecto menor en la fisiología del árbol, mientras que en algún caso pueden tener cierto impacto en el estado estructural del tronco o ramas afectados. No sólo por su efecto directo, sino porque en ocasiones están acompañados por hongos de pudrición.



Foto 4 y 5. Detalles de plátanos afectados por termita.



Foto 1. Detalle de orificios en la superficie de madera muerta originado por insectos perforadores, probablemente bupréstidos.

Foto 2: Detalle de orificios originados por escolítidos (barrenillo) que producen una perforación subcortical.

Foto 3: Ejemplar afectado en su base por gusano cabezudo (bupréstido).

Ficha 33. Termitas y hormigas carpinteras



Fotos 1 y 2. Ejemplares de termita de las dos especies más comunes de Madrid. En la foto 1, se aprecian obreras de *Reticulitermes lucifugus*, más claras que las de la foto 2 pertenecientes a *Kalotermes flavicollis*.

Fotos 3 y 4. Vista y detalle de una sófora con *K. flavicollis*. En la foto 4 se aprecian los insectos entrando en una galería (flechas)

Fotos 5, 6 y 7. Detalles de hormigas carpinteras que han instalado sus colonias en árboles urbanos.

DESCRIPCIÓN

- Las especies de termita que podemos encontrar relacionadas con la madera de los árboles son principalmente *Kalotermes flavicollis* y *Reticulitermes lucifugus*, mientras que la hormiga que vive en la madera suele ser la hormiga carpintera (*Camponotus spp.*).
- Son considerados perforadores del leño, pero *K. flavicollis* en plátano puede desarrollarse también de manera subcortical formando el cancro seco del plátano, caso que se explica en mayor detalle en la ficha 27.

Ficha 33. Termitas y hormigas carpinteras

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- *K. flavicollis*. Los termiteros se instalan en madera muerta o en descomposición del tronco, ramas o base, generalmente en el interior del leño. En plátano se desarrolla también subcorticalmente y en el exterior del leño formando canchales secos (ver ficha 27).
- *R. lucifugus* se encuentra principalmente en madera de raíces y cuello de distintas especies, donde excava profundas galerías. El termitero normalmente se encontrará en el terreno y no en la madera del árbol, que es su fuente de alimento. Las termitas de esta especie huyen de la luz y sólo se observan en las labores de retirada de marras de cualquier edad.
- La hormiga carpintera es un indicador de que hay madera muerta y en pudrición. Crea galerías en madera muerta, pero no se alimenta de esta. Las obreras o soldados suelen tener cabeza y tórax rojos y abdomen negro. El hormiguero suele estar en el interior del árbol, pero a veces se aprecian sus galerías en la superficie de maderas vistas en pudrición, así como serrín en el suelo.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Las colonias de termita suelen tener su origen en heridas. Las hormigas suelen formar sus colonias en madera ya descompuesta.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Cualquier edad y cualquier especie.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- *K. flavicollis* y *Reticulitermes lucifugus*, originan galerías en la madera muerta, que debilitan parcialmente su estructura. Se cree que ambas especies utilizan madera que ya se encontraba en pudrición por lo que se considera plaga con menor potencial de afección para árboles en pie (no así para vigas o pilares de madera en edificios).
- En cuanto al impacto fisiológico, *K. flavicollis* en plátano es el caso más llamativo y peligroso por su desarrollo subcortical (ver ficha 27). No obstante no hay suficiente información sobre el efecto que puede tener en la fisiología de otras especies en las que comúnmente se observan (p.ej. *Ulmus* y *Populus*), ni tampoco sobre el impacto de *R. lucifugus* en árboles jóvenes.
- Las hormigas carpinteras crean galerías y compartimentos en la madera muerta, pero cuidan de mantener limpio su hormiguero, regulan la propagación de podredumbre, no rompen las barreras que genera el árbol y mantienen pilares, límites y soportes, ya que la caída del árbol acabaría con la colonia (Shigo 1994), pero la pudrición asociada a la colonia puede debilitar su estructura.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- En ocasiones se aprecia la generación de madera de compensación o de callo alrededor de las colonias de *K. flavicollis*.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- La ausencia de callo cicatricial, la aparición de grietas en el labio o en la madera viva y por supuesto la desvitalización del ejemplar.
- Si la lesión afecta al 40 % del perímetro del tronco o rama en que se encuentre, la gravedad de la lesión será alta.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Evitar heridas de poda o impactos mecánicos que puedan ser vía de entrada de termitas u originar pudriciones con hormigueros.
- Los tratamientos en ocasiones pueden estar justificados en caso de riesgo de propagación a edificios u otros árboles. En el caso de *K. flavicollis* eliminar los restos de poda por quema. En *R. lucifugus* hay que localizar la colonia en el suelo y eliminar la reina.
- Por motivos de riesgo, conviene inspeccionar el grado de afección de los daños en la estructura del árbol para proponer medidas.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Es muy común en árboles en los que se produjeron en su día grandes cortes de poda.

POSIBLES CONFUSIONES

- Entre las especies de termita. Las tonalidades de las hormigas carpinteras son de difícil confusión y suelen verse en el árbol.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- Las hormigas son molestas para los podadores, ya que los soldados se agitan y protegen su hogar cuando se podan los árboles.
- Con el resistógrafo se aprecian zonas alternas de madera en buen estado y huecos, que son las galerías creadas por los insectos.

Ficha 34. *Sesia apiformis*

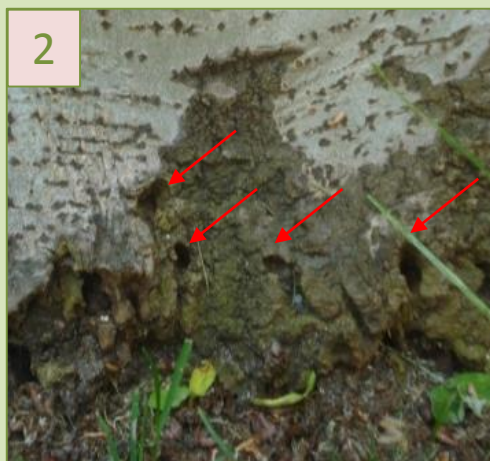


Foto 1. Detalle de orificios en un ejemplar de *Populus alba* de viario.

Fotos 2 y 3. Detalles de los orificios de *Sesia apiformis* en la base de los árboles. Estos suelen ser circulares y tener aproximadamente 1 cm de diámetro .

Fotos 4 y 5. Distintos orificios de *Sesia apiformis* en zonas verdes

Foto 6. Detalle de la mariposa. Obsérvese su parecido con las avispas (fotografía obtenida de Gyorgy Csoka, Hungary Forest Research Institute, Bugwood.org licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 License.).

DESCRIPCIÓN

- *Sesia apiformis* es un lepidóptero cuyo imago tiene aspecto de avispa. Se alimenta preferentemente de especies del género *Populus*, aunque también se cita en *Salix* y en otras especies de madera blanda. Origina galerías subcorticales localizadas en el cuello del árbol. Sus efectos no suelen ser graves.

Ficha 34. *Sesia apiformis*

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- En Madrid no se suelen ver las larvas o el adulto, lo que se ve casi siempre son los orificios circulares que se aprecian en el cuello, junto al terreno del árbol, orificios de aproximadamente 1 cm de diámetro, que hace la oruga antes de crisalidar.

ORIGEN DEL DEFECTO

- La hembra realiza la puesta en grietas de la corteza de la base. Las larvas son las causantes de los posibles daños en el árbol.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Principalmente *Populus spp.* Tienen preferencia por aquellos ejemplares más debilitados.
- Normalmente cuando los árboles son viejos se observan más orificios, lo que podría indicar que tiene preferencia por estos. No obstante las cicatrices del insecto en la corteza queda plasmada durante muchos años, por lo que los orificios pueden haberse generado en el pasado.

EFEKTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- En Madrid normalmente los daños son leves o moderados, por lo que no suelen tener un efecto grave en su fisiología. En el caso de afecciones graves de árboles jóvenes podría llegar a producir su muerte por anillamiento.
- Desde el punto de vista mecánico, los orificios subcorticales pueden ser utilizados como vía de entrada de hongos de pudrición de cuello y raíces. En choperas se citan fracturas de árboles jóvenes afectadas por *S. apiformis* a nivel del cuello.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- La normal en este tipo de daños.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Las afecciones graves pueden anillar completamente el ejemplar.
- La aparición de estructuras de fructificación de hongos de pudrición será indicativa de pudrición en la zona afectada.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- En principio no se prevén precauciones especiales en la ciudad de Madrid
- Si la afección fuera grave, los tratamientos químicos deben ir dirigidos a las orugas de los primeros estadios que serán más superficiales. Esto ocurre durante un corto periodo de tiempo dentro del ciclo biológico del insecto.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Es muy frecuente en Madrid, pero no así la aparición de daños graves.

POSIBLES CONFUSIONES

- El adulto se puede confundir con *Paranthrene tabaniformis*, ya que ambos son lepidópteros con aspecto de avispa. Los daños causados por uno y otro son diferentes, ya que *P. tabaniformis* hace sus orificios a lo largo del tronco en lugar de en la base. Además deja los restos de la crisálida en el orificio de salida cuando se transforma en adulto.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- Su ciclo biológico es complejo y necesita dos años para completarlo.

Ficha 35. Escoltídos (barrenillo)

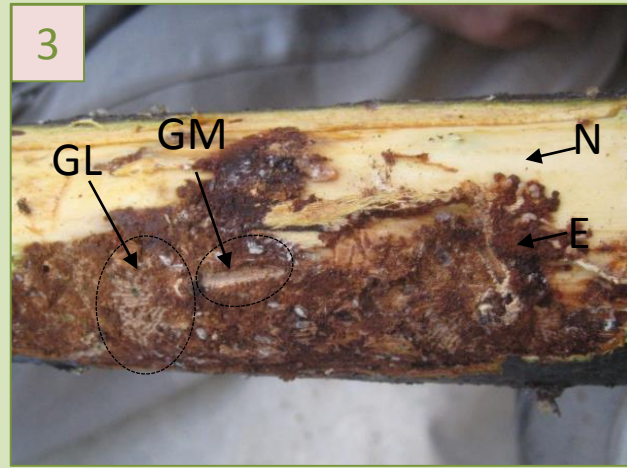
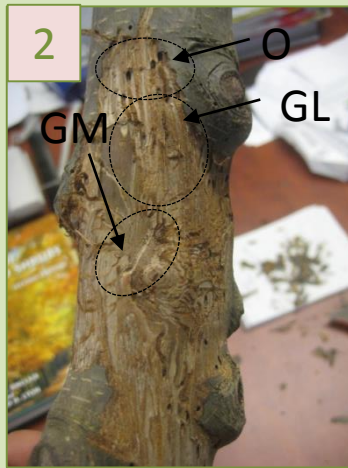


Foto 1. Detalle de *Prunus cerasifera* 'Pissardii' con numerosos orificios en su superficie. En los *Prunus* es normal que se excrete una especie de goma que sale por los orificios creados por los insectos.

Foto 2. Marra de *Pyrus calleryana* descortezada. Se aprecia la galería materna (GM), las galerías larvarias (GL) y los orificios de salida de los adultos (O).

Foto 3. Detalle de un árbol vivo afectado por escoltídos que acaba de ser apeado y en el que se ha levantado la corteza. Se aprecia madera viva y sin afectar (N) y la zona afectada por escoltídos (E). Se observa una galería materna (GM) más gruesa que las galerías larvarias (GL) que salen de esta (ambas rodeadas por una línea oscura). Las larvas parecen motas blancas en la imagen.

Foto 4. Aspecto de un escoltído adulto.

Fotos 5 y 6. Detalle de un árbol afectado en el que se aprecian orificios en la corteza y las galerías subcorticales.

DESCRIPCIÓN

- Los escoltídos o “barrenillos” son un grupo de pequeños insectos perforadores subcorticales. Generalmente son agentes secundarios de árboles debilitados, pero bajo ciertas condiciones pueden formar auténticas plagas. Las larvas en conjunto cortan la circulación de la savia, a través de sus galerías, por lo que pueden matar a los árboles afectados.
- Los barrenillos del olmo son el vector de la grafiosis agresiva (*Opiostoma novo-ulmi*) que ha diezmando las olmedas españolas.

Ficha 35. Escoltídos (barrenillo)

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Los adultos son pequeños, compactos, de tonalidades negras, marrones o negras-rojas. Su tamaño es variable según las especies pero ninguna supera los 0,8 cm de longitud (normalmente menos de 0,5 cm). Entre las especies que se pueden encontrar están *Scolytus spp.*, *Tomicus spp.*, *Hylastes sp.*, *Ips sp.* e *Hylurgus ligniperda*.
- El síntoma más común es la presencia de pequeños orificios en la corteza, aproximadamente de 1 mm de diámetro. Al separar la corteza se aprecian las galerías de las larvas. Los adultos ponen sus huevos en una galería materna. Las larvas, pequeñas y blancas, eclosionan y, a medida que se alimentan, van creando las galerías larvarias. Debido al crecimiento de estas, las galerías cada vez son más gruesas hasta que se genera el insecto adulto, que sale al exterior a través de un orificio. Las formas de las galerías son características de la especie y quedan plasmadas en la madera y en la corteza.
- Otro síntomas puede estar en el decaimiento o muerte del ejemplar.

ORIGEN DEL DEFECTO

- Tienen preferencia por árboles debilitados, pero si se encuentran en gran número, atacarán a árboles de cualquier condición, convirtiéndose en plaga primaria.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Varias especies de insecto, algunos son polípagos y otros prefieren especies o familias concretas. En Madrid es común en *Ulmus spp.*, Rosáceas (*Prunus cerasifera* 'Pissardii', *Prunus padus*, *Sorbus aucuparia*, *Pyrus communis*, *Pyrus bourgeana*, etc.), *Fraxinus spp.*, *Pinus spp.*, *Cedrus spp.*, *Gleditsia triacanthos* y en otras especies.
- Más común en árboles recién plantados y no consolidados (más debilitados) o moribundos. Si la plaga es fuerte afectará a ejemplares de cualquier edad.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- El efecto fisiológico puede ser grave al interrumpir el flujo de savia de los árboles afectados. Puede que en un primer momento el árbol sobreviva de sus reservas y no llegue a morir el primer año del ataque, pero sí en los años siguientes.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Si el árbol se mantiene vital, será menos probable el ataque de estos insectos.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Ciertas condiciones ambientales (p. ej. sequías), o cualquier situación que implique el debilitamiento de los árboles (p. ej. podas excesivas) pueden predisponer a los árboles frente al ataque de escoltídos.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Si hay riesgo de plaga, eliminar los árboles muertos y en muchos casos los árboles vivos que se encuentren afectados para evitar su extensión. Es preferible que los restos vegetales de árboles afectados se eliminen por quema para evitar que emerjan los adultos.
- Mantener los árboles en las mejores condiciones posibles con riegos a través de las dosis y frecuencias adecuadas.
- Existen ciertos tratamientos químicos, pero lo más aconsejable en árboles urbanos es incidir en las medidas preventivas.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Bastante frecuente. En algunas zonas ha habido serias plagas en arbolado viario, especialmente afectando a rosáceas. En zonas semiforestales también se producen en ocasiones brotes de escoltído sobre pino.

POSIBLES CONFUSIONES

- Debido al tamaño de los orificios, es difícil confundir con otros insectos perforadores como bupréstidos o cerambícidos.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- Algunas especies son graves plagas forestales, principalmente de especies del género *Pinus* o las comentadas de *Ulmus*.

Ficha 36. Bupréstidos (gusanos cabezudos)



Fotos 1 y 2. Detalle del cuello de una marra en la que se aprecian galerías y larvas de bupréstido.

Foto 3. Detalle de un imago de bupréstido, en este caso perteneciente a la especie *Chrysobothris affinis*. El insecto crea una cámara donde forma la crisálida y desde donde emerge el imago al exterior.

Foto 4. Detalle de galerías originadas en el cuello de una marra que ha sido descortezada. Se aprecian las galerías de las larvas y los orificios de salida de los imagos.

Foto 5. Detalle de la larva de un bupréstido, con su característica cabeza ensanchada y cuerpo dorsoventralmente aplanado.

Foto 6. Detalle del imago de *Capnodis tenebrionis*.

DESCRIPCIÓN

- Las larvas de estos insectos son comúnmente llamados “gusanos cabezudos” y los adultos “escarabajos bala”.
- Su presencia se asocia a la muerte de algunos ejemplares recién plantados o no consolidados, siempre debilitados por otras causas.
- Realizan galerías a nivel subcortical, iniciándose normalmente en el cuello de la planta y extendiéndose por el fuste. En la mayoría de los casos cuando se excavan estas galerías el árbol ya ha muerto o se encuentra muy debilitado. Si está vivo, las larvas terminan por anillar y matar al árbol.
- Los mayores daños los causa *Capnodis tenebrionis*. Individuos de otras especies se han encontrado en árboles muertos.

Ficha 36. Bupréstidos (gusanos cabezudos)

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Los imagos tienen forma elíptica, y la cabeza, pronoto y abdomen son continuos otorgando al insecto un aspecto macizo y compacto. *C. tenebrionis* es de color oscuro, con el pronoto grisáceo en el que destacan dos manchas oscuras en relieve.
- Las larvas de esta familia de coleópteros son muy características por ser blancas, ápodas, aplanadas, estilizadas y con la cabeza mucho más ensanchada que el resto del cuerpo (de ahí su nombre de “gusano cabezudo” o “larvas de cabeza de martillo”).
- El desarrollo subcortical de las larvas permite que las galerías sean detectables con un elemento duro, como p. ej. un destornillador, raspando ligeramente la superficie de la corteza sobre las galerías, esta se deshace en forma de polvillo o serrín. Cuando el imago ha salido, se ven unos orificios ovalados en la superficie del fuste o rama, que es la cámara donde crisalida la larva.
- El árbol afectado suele presentar un decaimiento acelerado. En ocasiones este pierde rigidez y el propio peso de la copa produce que el fuste se doble.

ORIGEN DEL DEFECTO

- La puesta se suele hacer en la parte baja del tronco o en el cuello. Las larvas al nacer suelen dirigirse al sistema radical, donde se alimenta durante un periodo de tiempo largo. No obstante es frecuente encontrar galerías zigzagueantes por el tronco, que alcanzan incluso a las ramas principales.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Las especies afectadas son muy numerosas. En el estudio de marras que se viene realizando en Madrid, se han encontrado la presencia de bupréstidos al menos en *Platanus x hybrida*, *Acer campestre*, *Acer freemanii* y *Acer pseudoplatanus*, *Betula utilis*, *Ostrya carpinifolia*, *Acer platanoides*, *Acer buergeranum*, *Quercus cerris*, *Corylus colurna*, *Celtis australis*, *Cercis siliquastrum* y *Koelreuteria paniculata*. La lista probablemente sea más larga.
- En el estudio de marras de árboles recién plantados o no consolidados se encuentran estos insectos con gran frecuencia. Se piensa que en árboles adultos no es tan frecuente.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Las larvas, si son numerosas producen el anillamiento completo del árbol recién plantado o no consolidado, por lo que termina por morirse. Si las larvas son pocas, en ocasiones producen las galerías, pero mueren en el interior del árbol sin que mate al árbol. En estos casos puede producir un debilitamiento que predispone al árbol al ataque de otros patógenos.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Probablemente algunas especies generen compuestos tóxicos frente a estos insectos, que no se generan si el árbol está débil.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Se sabe que una falta de riego sistemático y árboles debilitados son factores que invitan a *C. tenebrionis* a que haga su puesta.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Mantener el árbol bien irrigado y en buenas condiciones. En general no se considera que se puedan tomar medidas especiales.
- Al tratarse de un insecto que desarrolla la mayor parte de su vida en el interior del tronco, es difícil realizar tratamientos químicos

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Bastante común, aunque sólo en ejemplares muertos o muy debilitados.

POSIBLES CONFUSIONES

- Los gusanos e imagos son inconfundibles con escarabajos de otras familias.
- El tipo de galerías que generan, rellenas de serrín fino también son inconfundibles.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- Realizan la puesta en verano, permaneciendo en forma de larva durante dos años.

Ficha 37. *Synanthedon codethi* en plátano



Fotos 1, 2 y 3. Detalle de un plátano de corteza gruesa, afectado de arriba a bajo por insectos bajo su superficie. Bajo la corteza la mariposa pone sus huevos originándose galerías corticales que producen alteraciones en el sistema vascular del árbol (en el floema). En ocasiones también alcanzan el cambium vascular.

Foto 4. Daño originado por las larvas en el cuello de un plátano. La madera de compensación también son zonas preferentes para el desarrollo de las larvas.

Fotos 5 y 6. Detalle de las larvas en distintos grado de desarrollo, así como de la mariposa adulta y la crisálida

DESCRIPCIÓN

- *Synanthedon codethi* es un pequeño lepidóptero que pertenece a la misma familia Sesidae, al igual que *Sesia apiformis* (ver ficha 34).
- Su larva excava galerías bajo la corteza de encinas y plátanos. Parece que este insecto puede producir un debilitamiento de los ejemplares afectados. Hasta hace poco no se le atribuían daños de importancia, por lo que existen pocas referencias en bibliografía.
- El estudio más completo (y prácticamente el único) de sus efectos en árboles urbanos podía encontrarse en la Web <http://www.arbolonline.org/Archivos/3nuevasplagasplatanos.htm> propiedad de Gabriel Iguñiz (actualmente no operativa). A esta información se le han añadido algunas observaciones particulares y referencias al insecto encontradas en la bibliografía consultada.

Ficha 37. *Synanthedon codethi* en plátano

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Los daños en plátano son subcorticales y, por tanto, ocultos; y pueden no observarse exteriormente hasta 1 ó 2 años más tarde, cuando la corteza exterior manifiesta la ausencia de una zona de cambium destruido por la larva, con depresión y deformación, e incluso el desprendimiento de la corteza, que aparece necrosada en algunas zonas.

ORIGEN DEL DEFECTO

- La mariposa pone sus huevos en agrietamientos (espontáneos o provocados) de la corteza del plátano. Estos se dan:
 - en plátanos adultos: en las pequeñas heridas y cortes en los bordes vivos de lesiones (cortes de poda, accidentes, etc.), en la base de los chupones (ramas adventicias) o en todo tipo de irregularidades de la corteza (p.ej. los bordes de termiteros).
 - en plátanos jóvenes: en los ensanchamientos que aparecen en la base del tronco y en las bases de las ramas principales cuando, pasados unos años desde la plantación, el árbol empieza a crecer y engrosar con fuerza.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- En plátanos de cualquier edad, en particular en aquellos con corteza más gruesa y agrietada (probablemente debido a que las maripositas buscan protección cuando hacen su puesta).
- De manera silvestre es común en encina, otras fagáceas, nogal, avellano y rosáceas.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Las larvas se instalan en los troncos o base de las ramas principales donde desarrollan su actividad subcorticalmente, sin alcanzar al leño. Los daños se producen en el floema y en algún caso también en el cambium vascular. Lo que es seguro es que el cambium muere bien por la acción directa de las larvas o porque sus galerías son colonizadas por hongos patógenos.
- En algunos árboles de Madrid hemos encontrado la corteza del árbol completamente afectada, lo que interrumpe la circulación completa de la savia elaborada, sin que en muchas ocasiones se vea el cambium vascular afectado. Por tanto, al año siguiente puede formar otra nueva capa de floema, pero indudablemente la mariposa produce un efecto en la fisiología del árbol.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Las larvas del lepidóptero y los hongos asociados producen necrosis y regresión cambial, lo que distorsiona y reduce el posible crecimiento reparador por parte del árbol.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Si se une la presencia de *Kaloterms flavicollis* o su posición se sitúa en la parte superior de ramas, sometido a tensión.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Habría que conocer mejor el ciclo de vida del insecto y el efecto que puede tener en los árboles afectados.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Leve o moderada. Los árboles con corteza gruesa, que tengan grietas longitudinales son los más propensos a ser afectados. Se encuentra en este tipo de árboles tanto en viario como en parques y jardines.

POSIBLES CONFUSIONES

- Las mariposas se pueden confundir con otras mariposas de la familia *Sesidae*.
- Los daños pueden confundirse con las de *Kaloterms flavicollis* en fase joven.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- S. codeti* es un insecto que se desarrolla en el área mediterránea. Parece haber cierta preferencia por áreas menos frías de la península, donde los daños son más comunes y graves.
- Aparte de en Madrid capital, también lo hemos observado en otras ciudades de la Comunidad de Madrid.

Unidad 6

Exudaciones



Unidad temática 6: Exudaciones

En este capítulo dedicado a las “exudaciones” se incluyen aquellos casos en los que se segregan líquidos o sustancias viscosas de la madera o corteza de los árboles.

Las fichas se van a referir a los siguientes exudados:

- las **exudaciones bacterianas** o **síndrome de madera húmeda**, caracterizado por la instalación de bacterias anaerobias en la madera que generan un tipo de fermentación cuyo subproducto sale desde heridas en forma de sustancia acuosa de color marrón.
- **Exudados gomosos**. Que incluye la **gomosis**, fenómeno patológico en las frondosas, caracterizado por la exudación o secreción de goma, que según autores aparece ligado a un proceso infectivo de ciertos microorganismos. Otros en cambio también denominan gomosis a las exudaciones de gomas que aparecen espontáneamente en ciertos frutales del género *Prunus*, como respuesta a microorganismos, hongos, insectos perforadores pero también a episodios de estrés, heridas, cortes de poda, agentes meteorológicos u otros. Por último, también se hace mención en esta ficha a las exudaciones pegajosas de ciertas especies arbóreas que poseen diferentes tejidos y órganos especializados en la secreción de líquidos para defensa frente a patógenos u hongos de pudrición (resinas de coníferas, látex de moráceas o euphorbiáceas, etc.).
- Por último se agrupan **otros tipos de exudados no gomosos** y más o menos líquidos que pueden encontrarse en los árboles como **reacción a patógenos**, a las podas o simplemente agua de lluvia que rezuma de huecos.

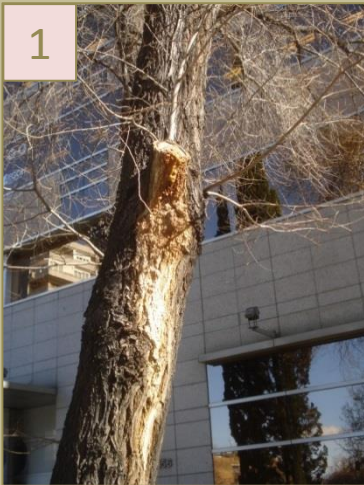


Foto 1. Detalle de exudación bacteriana que emerge desde la herida de un olmo

Foto 2. Detalle exudación gomosa (gomosis) en una *Sophora japonica*

Foto 3. Plátano en el que se acumula agua en cavidades y que rezuma por el tronco coloreado por taninos y otros colorantes de la madera.

Ficha 38. Exudación bacteriana o “Síndrome de la madera húmeda”



Fotos 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 7. Detalles de exudaciones bacterianas en distintos árboles.

Foto 8. En la parte en contacto con la exudación no se está desarrollando callo, a diferencia del resto de la herida. Esto es debido a que el efluvo posee ciertas sustancias tóxicas que impiden el cierre de las heridas y origina regresión cambial.

DESCRIPCIÓN

- Las exudaciones bacterianas es el resultado del “síndrome de la madera húmeda”, que se queda en la columna central como empapada y desde la superficie de heridas o madera muerta se produce un flujo de sustancia acuosa marrón o amarilla.
- Frecuente en heridas de árboles y es tan común en *Ulmus sp.*, que es difícil encontrar ejemplares sin este tipo de exudaciones.
- Aparte de la reducción del valor ornamental ocasionado por el líquido que recorre la corteza del árbol, en general no origina problemas estructurales o fisiológicos importante (ver apartado dedicado a efectos mecánicos y/o fisiológicos).

Ficha 38. Exudación bacteriana o “Síndrome de la madera húmeda”

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- La exudación rezuma desde heridas, corteza con callos prácticamente cerrados y a veces de brotes. El producto de la fermentación recorre superficialmente el tronco o las ramas en las que se encuentra. Los colores de la misma varían desde el marrón oscuro hasta el amarillento. Tiene un olor característico debido a la fermentación originada por las bacterias. Al corte de la rama o del tronco se aprecia su interior saturado de humedad.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Suele estar en la zona central de la parte baja del tronco e incluso en raíces principales y se extiende por la parte central del tronco. Las bacterias entran en el xilema a partir de heridas y lesiones, especialmente en las raíces (Sinclair & Lyon, 2005).
- Las zonas de madera húmeda pueden presentarse en el duramen, la albura o ambos. La exudación es el producto de los gases emitidos por la fermentación que sale por heridas, grietas, etc.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- *Ulmus sp.* y *Populus sp.* que tengan madera inactiva (duramen o albura). En menor medida también en otras frondosas o coníferas.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Por una parte las bacterias causantes de la exudación segregan enzimas pécticos y celulósicos que degradan sustancias intercelulares y la pared primaria de las células leñosas, produciendo un debilitamiento de la madera (Sinclair & Lyon, 2005), pero por otra parte la instalación de determinadas bacterias anaerobias en la madera muerta previene y retarda la instalación de hongos descomponedores de la madera, por lo que mientras haya exudación no se producirá pudrición.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- La exudación contiene ciertas sustancias tóxicas que impiden el cierre de las heridas y ocasiona regresión cambial en la zona que entra en contacto con ella (también es tóxico para el césped donde se produce un goteo).
- La fermentación se produce en zonas fisiológicamente inactivas (como el duramen o albura muerta).
- La compartimentación del árbol, vía zonas de reacción suele ser efectiva, pero la albura más vieja (más interna), adyacente a la madera húmeda suele ser colonizada por las bacterias, cosa que no suele ocurrir en la albura más joven (últimos anillos de crecimiento).

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Se citan algunos casos en los que la madera húmeda alcanza la albura y puede producir el decaimiento y muerte prematura en chopos jóvenes.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- No existen tratamientos o métodos de control, pero la prevención pasa por evitar heridas en las raíces o base de los árboles, ya que estas zonas parecen ser las primeras en ser colonizadas por las bacterias responsables del síndrome.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Muy común.

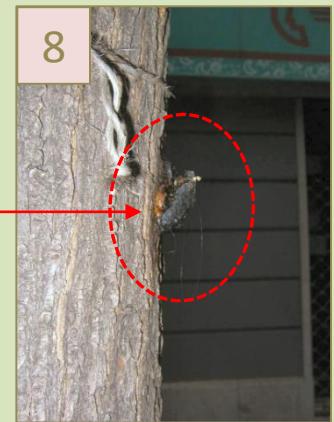
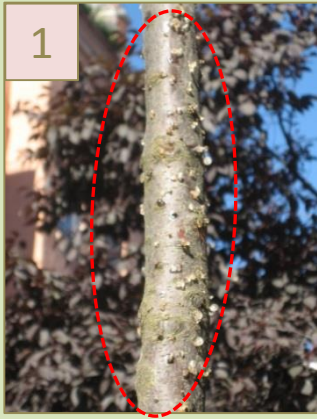
POSIBLES CONFUSIONES

- Con otras exudaciones originadas por enfermedades como *Phytophthora spp.*, *Armillaria mellea* u otros patógenos (ver ficha 40).
- En los cortes de poda al comienzo del periodo vegetativo, en ocasiones se producen “sangrados” de savia, que no tienen nada que ver con las exudaciones bacterianas. (ver ficha 40).
- Con aguas acumuladas en cavidades que rezuman cuando llueve.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- La madera afectada tiene menos valor comercial que la normal, debido a que esta requiere más energía y tiempo para su secado.

Ficha 39. Exudados gomosos



Fotos 1 y 2. Ejemplares de *Prunus* con exudaciones gomosas. En el primer caso se trata de un árbol joven de *Prunus cerasifera* 'Pissardii' en el que las exudaciones salen de orificios originados por un ataque de escolíticos (barrenillo). En la segunda imagen se trata de un almendro (*Prunus dulcis*) en el que se aprecian unas grandes bolas de secreción gomosa. Su origen probablemente se deba a episodios de estrés del árbol.

Fotos 3 y 4. Ejemplares de sófora desvitalizados con gomosis. En estos casos puede ser síntoma de un problema fisiológico grave.

Fotos 5, 6, 7 y 8. Este otro árbol se encuentra muy debilitado, con un defecto grave en su base. Se observa gomosis en su tronco por encima de dicho defecto.

DESCRIPCIÓN

- En esta ficha se tratan los casos de gomosis (cualquier secreción emitida con aspecto gomoso o pegajoso), que incluye las de *Prunus spp.* y otros exudados gomosos que pueden tener diversas causas. También se incluyen en esta ficha, los exudados de resina o de látex que aparecen desde heridas de ciertas especies como estrategia de defensa.
- La gomosis en sí no es una enfermedad, sino un síntoma de que algo no va bien en el sistema del árbol, ya sea un desarreglo leve o grave y determinar su causa es, en ocasiones, complicado.
- La gomosis en *Prunus spp.*, el látex en *Morus sp.* y de resinas en coníferas no se considera un problema mayor a menos que sea generalizado. En cambio en otras especies puede deberse a procesos infecciosos, plagas, episodios de estrés, etc.

Ficha 39. Exudados gomosos

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- La gomosis u otros exudados en sí no son una enfermedad, sino un síntoma de un desarreglo leve o grave.
- En especies del género *Prunus* una simple exudación no se considera como un problema mayor a menos que se produzca a lo largo de todo el árbol. Algo parecido ocurre con las resinas de coníferas o el látex de *Morus sp.*
- En otras especies, puede ser un motivo de preocupación al poder estar asociado a un proceso infeccioso o a una plaga.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Diverso. P. ej. ataque de insectos, daños mecánicos o químicos, estrés hídrico o ambiental, enfermedades infecciosas, etc.
- En especies del género *Prunus* puede aparecer una simple exudación en heridas o espontáneamente. Si la gomosis es generalizada por todo el árbol, puede deberse a ataques fuertes de insectos, un agente infeccioso o un estrés pronunciado del árbol.
- Las coníferas, moráceas y euphorbiáceas poseen diferentes tejidos y órganos de la planta que secretan líquidos para defensa frente a patógenos u hongos de pudrición normalmente por daños mecánicos aunque en ocasiones también por episodios de estrés.
- Si se encuentra en otras especies, frecuentemente está asociado a procesos infecciosos.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- En especies del género *Prunus*, coníferas o *Morus sp.* los exudados son muy frecuentes a cualquier edad, sobre todo por heridas de poda o por daños mecánicos.
- En otras especies suele aparecer en árboles enfermos o desvitalizados.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Los efectos son variados en función de las causas, y tienen que ver con heridas u otros desarreglos fisiológicos.
- El crecimiento de los árboles o la producción de frutos se ve reducido cuando existe gomosis.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- En *Prunus spp.*, coníferas y *Morus sp.* se trata de un mecanismo de defensa frente a un desarreglo.
- En *Prunus spp.* ocurre a nivel celular y parece estar regulado a por hormonas. De hecho, fitohormonas como etileno y ácido jasmónico influyen en su formación (Saniewski et al, 2006). En contacto con el exterior la savia se vuelve gomosa y puede taponar heridas de pequeño tamaño. El papel fisiológico en la planta de estas gomas aún no es bien conocido.
- Las resinas de algunas coníferas se producen en canales resiníferos tapizados de células epiteliales secretoras de dichas resinas. Los árboles de la familia de las moráceas (y euphorbiáceas) poseen células laticíferas que producen látex.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Existen algunos agentes infecciosos que pueden producir graves daños en la fisiología del árbol.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Como puede haber varias causas, no es fácil dar una receta para prevenir la aparición, que pasa por evitar el agente causante. En cualquier caso para evitar la gomosis se debe podar lo menos posible y evitar situaciones de estrés hídrico o de otros tipos.
- Un análisis exhaustivo del árbol puede aportar más información del origen de exudados.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- En *Prunus spp.*, coníferas y *Morus sp.* es muy abundante. La frecuencia es moderada en sófora. En otras especies es menos común.

POSIBLES CONFUSIONES

- Con exudaciones líquidas originadas por enfermedades como *Phytophthora spp.*, *Armillaria mellea* u otros patógenos o con "sangrados" líquidos de savia, que se producen al podar ciertas especies al comienzo del periodo vegetativo (ver ficha 40).

INFORMACIÓN ADICIONAL

- En agricultura existen cultivares resistentes a patógenos e insectos por lo que se reduce la gomosis.

Ficha 40. Otros exudados no gomosos



Foto 1. Exudado en ejemplar de *Sophora japonica*, desvitalizado y presumiblemente afectado por algún agente infeccioso.

Foto 2. Agua de lluvia que se acumula en el hueco de este plátano. El agua que rezuma es de color oscuro por los taninos de la madera del árbol.

Fotos 3 y 4. Sófora afectada por *Inonotus hispidus* del que sale una exudación oscura. En este tipo de lesiones o canchros es frecuente que se produzcan exudaciones, que probablemente se deban al proceso infeccioso, pero en ocasiones puede tratarse simplemente de agua que se acumula en los huecos.

Fotos 5 y 6. Vista y detalle de pequeña exudación en un *Populus alba* 'Bolleana' afectado por *Armillaria mellea*.

Foto 7. Detalle de exudado en termitero. En ocasiones estas exudaciones en ramas de plátano indican la existencia de termiteros ocultos en zonas altas de la copa.

DESCRIPCIÓN

- En esta ficha se describen una serie de exudaciones que fluyen de los árboles, distintos a gomas o exudaciones bacterianas que ya se han descrito en las fichas anteriores. Estos son:
 - Exudaciones por infecciones como *Armillaria* o *Phytophthora*
 - Aguas que se acumulan en cavidades y rezuman desde huecos.
 - Flujo de savia de cortes de poda

Ficha 40. Otros exudados no gomosos

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Los exudados se caracterizan por la aparición de líquidos no gomosos o espumosos en la superficie de la corteza o de una herida.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- El origen puede ser múltiple y en la mayoría de los casos sólo es una consecuencia o un síntoma de un problema en el sistema biológico del árbol. Las causas pueden encontrarse en ataque de insectos, daños mecánicos o enfermedades infecciosas.
- En algunas especies el flujo de savia se puede producir por la ejecución de cortes de poda u otras heridas (por ejemplo insectos perforadores), tanto a finales de invierno como a principios de primavera.
- También puede ser consecuencia de un proceso infectivo causado por hongos patógenos, por lo que se deben investigar otros síntomas para determinar la verdadera causa. Algunos agentes que se relacionan comúnmente con exudaciones son *Phytophthora spp.*, *Armillaria mellea* y *Pseudomonas syringae*, pero no son los únicos.
- Por último, pueden observarse aguas tintadas que rezuman de huecos o pudriciones, como por ejemplo en lesiones por termita, pudriciones de *Inonotus hispidus*, o cavidades en las que se acumulan aguas de lluvia y estas se oscurecen con taninos y otros elementos de la madera del árbol.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- En cualquier edad o especie.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Los efectos son variados en función de las causas, y tienen que ver con un desarreglo fisiológico. El análisis exhaustivo del árbol puede aportar más información. Presencia de orificios de insectos, chancros, regresión en copa o cambial, etc.
- Las aguas acumuladas en huecos no tiene efectos negativos. Los hongos de pudrición no pueden colonizar zonas saturadas de agua.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- El flujo de savia es una respuesta a heridas en ciertas especies como *Acer spp.* o *Betula spp.* La savia fluye durante pocos días o semanas y luego se detiene. No parece que se produzca lesión por esta causa (Shigo 1994).

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Existen algunos agentes infecciosos que pueden producir graves daños en la fisiología del árbol, como *Phytophthora ramorum* o *Armillaria mellea*.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- El exudado suele ser una consecuencia y puede tener varias causas, por lo que la prevención pasa por evitar el agente causante. En algunos casos el exudado no se puede evitar o no tiene importancia más que en el aspecto estético.
- Los "sangrados" de savia por podas se evitan si la poda se realiza inmediatamente después de que las hojas se hayan formado completamente.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Es frecuente encontrar exudaciones no bacterianas cuyo origen no está claro. Generalmente se observan en árboles con baja vitalidad.

POSIBLES CONFUSIONES

- Exudaciones gomosas (ver ficha 39) y exudaciones bacterianas (ver ficha 38). Algunos exudados debidos a agentes infecciosos pueden tener un aspecto gomoso o no gomoso, siendo su origen en mismo.

INFORMACIÓN ADICIONAL

-

Unidad 7

Engrosamientos



Unidad temática 7: Engrosamientos

- Se incluyen en este capítulo todo tipo de abultamiento o engrosamiento anormal de cuello, tronco o ramas, ya sea con la corteza más o menos intacta o con la superficie de la misma de aspecto irregular y caótico.
- En muchos casos se producen por el crecimiento de madera, consecuencia de la generación de madera para compensar posibles pérdidas estructurales, o de rebrotes en una zona concreta del tronco, pero existen otros motivos para la aparición de estos engrosamientos anormales y en muchos casos su origen es desconocido (incluso en aquellos asociados a brotes epicórmicos).
- Los casos que se van a tratar en este capítulo son los siguientes:
 - Engrosamientos asociados a la proliferación de brotes adventicios.
 - Tumoraciones.
 - Respuesta a pérdidas estructurales.
- Existen otras causas de engrosamientos anormales, como por ejemplo la incompatibilidad de injertos. En cuyo caso se produce un crecimiento mayor de la parte injertada o variedad que del patrón o portainjerto. Este caso es poco frecuente en Madrid, por lo que no se ha incluido en la guía.



Foto 1. Detalle de engrosamientos en el tronco, asociados a la formación de brotes epicórmicos en el tronco.

Foto 2. Detalle de engrosamiento anormal en el tronco o tumoración, de origen desconocido.

Foto 3. Engrosamiento originado por la síntesis de madera de compensación alrededor de un defecto estructural.

Ficha 41. Engrosamientos por proliferación de brotes adventicios



Fotos 1, 2, 3 y 4. Detalle de distintos árboles en los que se aprecian engrosamientos en el tronco, debidos a la proliferación de yemas adventicias.

Fotos 5 y 6. Ejemplar con la copa algo reducida por podas en el que se aprecian pequeños engrosamientos en el tronco. Posteriormente los brotes epicórmicos emitidos por el árbol como respuesta a las podas, han sido eliminados por refaldado. La eliminación consecutiva de rebrotes emitidos de un mismo punto, origina pequeñas heridas que son recubiertas por el crecimiento del árbol, y que a su vez contribuyen a generar un engrosamiento mayor.

Foto 7. Los engrosamientos pueden tener una corteza lisa y fina, dando un aspecto de concha (flecha superior) o estar cubierto por un ritidoma grueso e irregular (flecha inferior).

Foto 8. Detalle de engrosamiento, donde se observan algunos rebrotes, así como alguna herida por antiguas podas de refaldado.

DESCRIPCIÓN

- En ocasiones se producen crecimientos de brotes adventicios en tronco y ramas, como respuesta a podas fuertes, heridas, plagas, enfermedades, senescencia del árbol o situaciones de estrés. Estas situaciones interfieren la normal dominancia de meristemos apicales y ciertas yemas de la madera salen de su dormición, originándose unos bultos por la proliferación de estos meristemos en determinados puntos del tronco.

Ficha 41. Engrosamientos por proliferación de brotes adventicios

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- La proliferación de rebrotes se caracteriza por la formación de zonas semiesféricas desde donde numerosos rebrotes son emitidos. Muchos de estos rebrotes son frecuentemente eliminados por podas de refaldado, dejando masas de corteza irregular.
- En algunas ocasiones se forman estas masas de tejidos meristemáticos pero no se llegan a desarrollar los brotes epicórmicos.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- En ambientes urbanos el origen suele ser la respuesta a podas intensas o heridas de grandes dimensiones. Otras causas pueden ser árboles afectados por defoliaciones intensas, situaciones de estrés hídrico u otras, senescencia, etc. Menos común es que la proliferación tenga su origen en un agente infeccioso.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Cualquier especie. Particularmente comunes en Madrid son *Ulmus sp.*, *Sophora japonica*, *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*, *Gleditsia triacanthos*, etc.
- En cuanto a la edad, será más común en árboles viejos y maduros que se hayan visto afectados por podas severas.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- La aparición de rebrotes en la base del árbol, con frecuencia, indica un estrés, situación de emergencia o problema crónico, mientras que la formación de brotes a lo largo del tronco, con frecuencia, indica regresión o decaimiento de copa que en ocasiones antecede a la muerte del árbol (Sinclair & Lyon, 2005). No obstante, algunas especies en ocasiones desarrollan proliferaciones de brotes y son resilientes, es decir que potencialmente tienen capacidad para restaurar la copa original, por lo que la aparición de estos bultos únicamente puede ser síntoma de situaciones temporales de estrés.
- Desde el punto de vista estructural estos bultos carecen de importancia.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Los rebrotes son una respuesta a situaciones de estrés o para recuperar partes de la copa perdida. El árbol los emite como respuesta a la necesidad de seguir viviendo y mantener el sistema biológico del árbol, pero indicarán cierto grado de debilitamiento (ver Unidades Temáticas 1 y 10).

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- El tamaño y cantidad de brotes emitidos puede ser un reflejo de la vitalidad del árbol. Si estos son cortos, pobres, horizontales o tienen dirección descendente el árbol puede haber entrado en una fase de decaimiento irreversible.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Debido a que puede tener diferentes orígenes, deben interpretarse y tratarse de diferente manera en cada caso.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Muy común en Madrid, especialmente en árboles bajo regímenes de poda intensos.

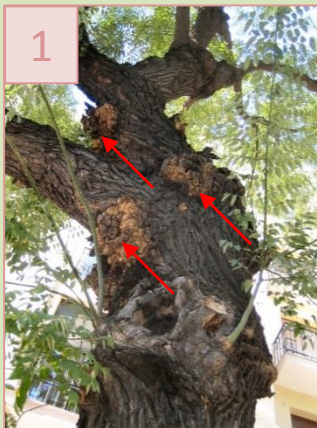
POSIBLES CONFUSIONES

- Con tumoraciones o con impactos mecánicos de vehículos, en los que se produce otro tipo de engrosamiento (ver ficha 42).

INFORMACIÓN ADICIONAL

- -

Ficha 42. Tumoraciones



Fotos 1 y 2. Detalles de engrosamientos de origen desconocido en distintos árboles, con crecimiento irregular de la corteza.

Fotos 3 y 4. En este caso el engrosamiento parece haberse desarrollado alrededor de una zona canchosa afectada por la muerte del cambium vascular.

Fotos 5, 6 y 7. Ejemplares con tumoraciones de origen desconocido en base de rama principal. El estado fisiológico de estas ramas no parece verse afectado por el engrosamiento.

Foto 8. Árbol con antigua tumoración en el tronco, que se encuentra prácticamente seco. El origen es desconocido pero probablemente no tenga que ver con el deficiente estado fisiológico del árbol.

DESCRIPCIÓN

- Entendemos por tumoraciones aquellas protuberancias irregulares y anormales de la madera, que no se encuentran claramente relacionadas con rebrotes epicórmicos. Este tipo de engrosamientos generalmente son leñosos pero también pueden ser no leñosos y afectar únicamente a la corteza.
- Su formación puede tener varios orígenes, pero en muchos casos es desconocida.

Ficha 42. Tumoraciones

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Las tumoraciones se caracterizan por la formación de zonas semiesféricas o casi esféricas sin rebrotes asociados originadas por la generación incontrolada de madera o de corteza en tronco o ramas.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- En la mayoría de los casos se desconoce su origen. Las tumoraciones pueden estar inducidas por bacterias, hongos, insectos, virus, mutaciones de la planta u otras causas.
- En ocasiones también pueden deberse a proliferación de rebrotes como los descritos en la ficha 41, que no llegan a desarrollarse.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Cualquier especie y edad, pero en árboles viejos es más probable la formación de tumoraciones de mayor tamaño.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- En la mayoría de los casos la formación de tumores no parece tener incidencia en la estática del árbol, no obstante en ocasiones la madera queda expuesta y se pueden desarrollar pudriciones, aunque en la mayoría de los casos esto no ocurre.
- En cuanto a la fisiología, tampoco parecen tener una gran importancia.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Sea el origen que sea, el árbol produce cantidades de madera o de corteza anormales. En muchos casos no existe causa que justifique esta respuesta del árbol.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- En ocasiones tiene lugar la muerte de la corteza y cambium vascular de partes del engrosamiento que se convierten en susceptibles de ser colonizadas por hongos de pudrición, además del efecto negativo que ello produce en el estado fisiológico.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- En la mayoría de los casos se desconoce su origen por lo que no es posible tomar medidas preventivas. No existen tratamientos.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Moderadamente común en Madrid.

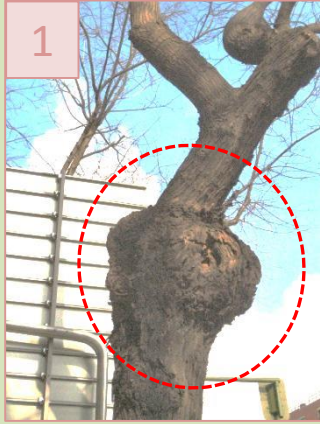
POSIBLES CONFUSIONES

- Se puede confundir con proliferación de yemas durmientes y brotes epicórmicos (ver ficha 41), siempre que se trate de árboles con capacidad para emitir rebrotes (Muchas coníferas no tienen esa capacidad).
- También con impactos mecánicos de vehículos, en los que se produce otro tipo de engrosamiento (ver ficha 43).

INFORMACIÓN ADICIONAL

- En las inspecciones con instrumental de testificación de la madera generalmente no aparecen huecos o pudriciones en las tumoraciones.

Ficha 43. Engrosamientos como respuesta a pérdidas estructurales



Fotos 1 y 2. Engrosamientos originados por la generación de madera alrededor de una zona estructuralmente debilitada. El motivo de estos engrosamientos se encuentra en el “intento” del árbol en evitar fallos biomecánicos.

Fotos 3 y 4. Este ejemplar tiene un hueco en la base, se aprecia un engrosamiento alrededor del defecto.

Foto 5. Ailanto con forma de “cuello de botella”. Este tipo de árboles en ocasiones se encuentran afectados por hongos de pudrición que originan una delignificación selectiva de la madera interna (no siempre es por este motivo). En estos casos conviene realizar una inspección instrumental para confirmar la existencia de pudrición interna y evaluar las pérdidas estructurales existentes.

Fotos 6 y 7. El engrosamiento de la base corresponde con pérdidas estructurales a distintas alturas. El árbol de la foto 7, es potencialmente más peligroso, debido a varios factores (es más probable la podredumbre de las raíces de anclaje, es menos vigorosa la generación de madera de callo alrededor de los huecos, hay regresión cambial, etc.).

Foto 8. Los árboles con golpes de vehículos que estacionan en batería son origen de pudriciones internas, así como de engrosamientos (ver ficha 32. Caso 1)

DESCRIPCIÓN

- Para compensar pérdidas estructurales, los árboles con debilidades estructurales generan lo que se denomina “madera de compensación”, que origina la aparición engrosamientos en el cuello, tronco o ramas. Estas zonas engrosadas pueden estar alrededor de heridas, pudriciones, cavidades o canchros, pero en ocasiones no se aprecia defecto exterior.

Ficha 43. Engrosamientos como respuesta a pérdidas estructurales

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Normalmente en la zona de madera engrosada no se aprecia un crecimiento irregular de la corteza, pero esta se abre y agrieta longitudinalmente en las zonas de mayor generación de xilema.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- El origen del defecto se encuentra, en la mayoría de los casos, en heridas (para más información ver Unidades Temáticas 2 y 3).

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Cualquier edad y especie.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Se trata de una reacción del árbol ante una zona debilitada estructuralmente, por lo que en la mayoría de los casos será indicativo de pérdidas estructurales, pero por otro lado su presencia será señal de que el árbol tiene cierta capacidad de reacción.
- En los casos de que exista pudrición en el exterior y se haya formado un potente callo alrededor, será menos peligroso que aquellos casos en los que la pudrición se encuentre en la sección central del cuerpo leñoso y la podredumbre se desarrolle concéntricamente. En estos casos será necesario valorar las pérdidas estructurales a través del empleo de instrumentos de testificación de la madera.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Se trata de una reacción del árbol frente a pérdidas estructurales. Por tanto dependerá en gran manera de la especie de árbol y tipo de problema que se trate.
- Se formarán grandes engrosamientos de la base en árboles con alburas gruesas y con buena vitalidad cuando se produzca una pudrición blanca (sobre todo del tipo delignificación selectiva como p. ej. con *Ganoderma spp.*(ver ficha 19)). En cambio apenas se apreciará engrosamiento en casos de pudrición parda del duramen en árboles con poca albura.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Si la pared residual es muy delgada o el perímetro afectado supera el 35 % del total, la probabilidad de fallo será mayor.
- Si en el engrosamiento se aprecian grietas o fisuras asociadas.
- Si la patogenicidad del agente que causa el engrosamiento es elevada.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Ver Unidades Temáticas 2 y 3.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Muy común en Madrid.

POSIBLES CONFUSIONES

- Pueden confundirse con otro tipo de engrosamientos como aquellos originados por la proliferación de brotes epicórmicos o tumoraciones. No obstante en la mayoría de estos casos la superficie de la corteza o el crecimiento de las fibras de la madera serán irregulares y caóticos, mientras que cuando existan pérdidas estructurales internas, la superficie de la corteza habitualmente será normal y sólo se apreciarán aberturas en la corteza con tonalidades más claras.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- Hay que distinguir la “madera de compensación” de la “madera de reacción” El primer término lo utilizamos para referirnos a aquella que genera el árbol para reparar o contrarrestar zonas estructuralmente debilitadas, mientras que madera de reacción lo utilizamos para referirnos a aquella que se genera en el árbol como respuesta a fuerzas predominantes de una dirección, como inclinaciones, pendientes del terreno, vientos dominantes, etc. Esta última se clasifica en madera de tensión (o tracción según autores) y madera de compresión. La primera se da en frondosas mientras que la segunda se produce en coníferas.

Unidad 8

Grietas en madera



Unidad temática 8: Grietas en madera

Consideramos grieta a cualquier hendidura profunda y alargada que se forma en la madera de un árbol (no en la corteza). A efectos de esta guía distinguiremos dos tipos de grieta:

- Grietas visibles exteriormente
 - **Fisuras** que serán aquellas en que se haya visto afectada madera viva, de un cuerpo leñoso o entre ramas. Estas serán extremadamente peligrosas porque indican que la estructura está fallando o colapsando.
 - **Fendas** en la madera muerta que serán aquellas que se abren en la superficie de madera que ya se encontraba seca o en pudrición. Estas generalmente son menos peligrosas, pero en algunos casos pueden evolucionar en fisuras.
- Grietas internas, que en ocasiones serán indirectamente detectables por la formación de pliegues longitudinales o costillas que siguen la longitud del fallo, originados por crecimientos de compensación del defecto por parte del árbol.

En esta unidad temática sólo vamos a tratar las primeras, que son las que el inspector va a poder detectar con mayor facilidad y además son las más frecuentes. Las grietas internas se pueden evaluar mediante síntomas indirectos de su presencia.



Foto 1. Detalle de fisura que se ha originado en una horquilla de *Prunus cerasifera* 'Pissardii'. La rama ha fallado y probablemente continuará su evolución hasta su caída definitiva.

Foto 2. Detalle de una fenda gruesa en la superficie de una madera vista de *Robinia pseudoacacia*. La grieta no alcanza la madera viva.

Foto 3. Detalle de zonas de la corteza abiertas por la rápida generación de madera de compensación en un eucalipto. La grieta sólo se produce en la corteza, por lo que no se trata ni de fisuras ni de fendas.

Ficha 44. Fisuras



Fotos 1, 2 y 3. Detalle de fisuras en horquillas (una de ellas desestructurada por la eliminación de una de las ramas que la conformaban). En ambos casos la grieta está asociada a pudrición en dicha horquilla.

Foto 4. Detalle de fallo de rama principal a nivel de un codo de sófora. Presumiblemente la acción de los vientos ha estirado bruscamente las fibras superiores de la parte cóncava, provocando la rotura por esfuerzo de las fibras de la zona de compresión, situada en la zona convexa del codo.

Foto 5. Detalle de *Gleditsia triacanthos* con podredumbre cúbica. Desde la pudrición se ha originado una fisura que alcanza la madera viva (la flecha señala la formación del callo).

Foto 6. *Celtis australis* afectado por *Fomes fomentarius* con grietas verticales y horizontales (flecha roja). Estas últimas suelen indicar riesgo de fractura inminente.

Fotos 7 y 8. Detalle de herida por caída de una rama, en la que se observan otras grietas sobre la herida dejada. El violento movimiento generado por el desgarro, produce con frecuencia la rotura de fibras en la rama que queda en pie. Estas grietas a veces se observan en la superficie de la herida, pero en otras ocasiones son muy pequeñas y son difícilmente distinguibles con la evaluación visual.

DESCRIPCIÓN

- Fisura es una separación alargada y física que se produce en la madera, a través de la corteza. Se pueden distinguir dos tipos:
 - **Verticales**, que suponen una separación longitudinal de las fibras de la madera.
 - **Horizontales**, que son perpendiculares al eje principal del árbol, lo que supone el corte transversal de las fibras del xilema.
- A pesar de que cualquier fisura es peligrosa, las más graves serán las horizontales, que implican una caída inminente. En cambio, las verticales poco profundas que no estén asociadas a otro defecto, dentro de su peligrosidad, serán las menos urgentes.

Ficha 44. Fisuras

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Las más comunes serán las verticales, especialmente en horquillas. Las fisuras horizontales (en madera viva) son bastante raras y si se producen indican una caída inminente. En ocasiones se forman pliegues longitudinales o costillas que siguen la longitud del fallo

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Entre ramas el origen está en una unión débil, incluso sin pudrición asociada. Son particularmente débiles aquellas horquillas con corteza incluida (ver ficha 46), o aquellas ramas originadas de brotación epicórmica que alcanzan un gran tamaño (ver ficha 47).
- De fisuras en el tronco:
 - Pudrición interna que origina el fallo (muy común este tipo de fisuras con *Fomes fomentarius* (ver ficha 10).
 - Fisuras de esfuerzo. P. ej. en árboles ahilados con mucha palanca, árboles muy inclinados en dirección perpendicular a los vientos dominantes o con fibras helicoidales o reviradas, en los que se producen roturas por torsión.
 - La caída de un rayo (poco frecuente),
 - Heladas. El agua acumulada en el interior de fendas o en el suelo, se expande al helarse rompiendo la madera.
 - Madera de callo que se enrolla en el interior de un hueco en forma de “cuerno de carnero”. Estos se tocan pero no se unen por lo que con la formación anual de los anillos de crecimiento se produce una presión en otras zonas del cuerpo leñoso, formando primero grietas internas que posteriormente alcanzan la superficie exterior.
- De fisuras en la base, por contrafuertes con ángulos agudos y pudrición interna del cuello que se unen en “V” invertida.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Cualquiera.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Desde el punto de vista biomecánico las fisuras son uno de los defectos más peligrosos que pueden aparecer en un árbol, ya que son indicativo de alta probabilidad de caída de las partes afectadas (tronco o rama), especialmente si son horizontales.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Por muy vital que sea el árbol, difícilmente podrá cerrar una fisura.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- La formación de varias fisuras verticales o la aparición de varias fisuras horizontales.
- Si estas están asociadas a pudrición. En estos casos, además los hongos pueden superar las barreras generadas por el árbol.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Prevenir la existencia de podredumbre, corteza incluida, etc.
- Por motivos de riesgo se deben realizar actuaciones de eliminación de ramas fisuradas, o el apeo del ejemplar. En árboles muy valiosos y de poco peso, se pueden instalar cableados u otros sistemas de sustentación para la sujeción de horquillas abiertas.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Es frecuente que se produzcan fisuras, pero su aparición suele suponer una intervención rápida de los servicios de mantenimiento, por lo que no suelen estar mucho tiempo en el árbol.

POSIBLES CONFUSIONES

- Con hendiduras de la corteza originadas por un rápido crecimiento de madera para compensar defectos.
- Con corteza que se separa del leño por la muerte del cambium vascular, p. ej. en zonas cancrosas. Para ver si la grieta de la corteza ha alcanzado la madera viva, es necesario desprender la corteza y proceder a la inspección del leño.
- Con fendas de madera muerta o en descomposición. Caso que se describe en la ficha siguiente.

INFORMACIÓN ADICIONAL

-

Ficha 45. Fendas sobre madera muerta

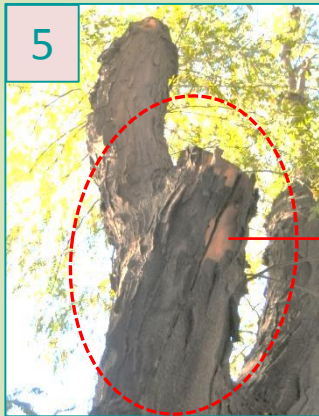


Foto 1. Detalle de madera vista con fendas en su superficie. Las fendas son comunes en maderas vistas y generalmente no son indicativas de un problema estructural.

Foto 2. En esta lesión se aprecian fendas con desplazamiento de fibras superficiales, que no se encuentran en el mismo plano (rodeado por la línea discontinua). En este caso, el fallo estructural es más probable que el de la foto anterior.

Fotos 3 y 4. Detalles de madera vista con fendas en ejemplares de *Robinia pseudoacacia*. Se aprecia en ambos casos una separación entre la madera en descomposición y la madera de callo. Al no encontrarse las fibras de la madera seca adherida a la madera viva, es difícil que las fendas evolucionen en fisura.

Fotos 5 y 6. En este ejemplar de *Gleditsia triacanthos* se aprecia un muñón dejado por la antigua eliminación de una rama principal. La rotura de fibras secas originada en dicho muñón ha alcanzado la madera viva pasando a ser una fisura. La probabilidad de fallo en este caso es alta.

Foto 7. Detalle de fendas en herida de poda en la que se aprecia la formación de un callo por su cara superior. De momento la fenda no alcanza la madera viva.

Foto 8. Detalles de fendas en zona de madera muerta sin callo alrededor. En este caso es más probable que las fendas evolucionen en fisura.

DESCRIPCIÓN

- Cuando la madera se seca o se pudre, las propiedades de la madera en verde se ven alteradas y se pueden formar grietas o hendiduras en su superficie, que no deben ser considerados fisuras, mientras no alcancen la madera viva.
- Fendas en la madera muerta serán aquellas que se abren en la superficie de leño que ya se encontraba seca o en pudrición. Estas generalmente son menos peligrosas que las fisuras, pero en algunos casos pueden evolucionar hacia estas.

Ficha 45. Fendas sobre madera muerta

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Se reconocen en los agrietamientos superficiales de maderas vistas o descortezados. También en la madera descompuesta.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- El origen de las fendas en madera muerta está en una modificación de las propiedades de la madera, junto a su secado rápido, cambios bruscos de temperatura, acción de organismos descomponedores, etc.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Cualquiera.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- La aparición de fendas en madera que aún no se encuentra en descomposición es un fenómeno normal que en la mayoría de los casos no es un problema. No obstante hay que tener precauciones especiales en los siguientes casos:
 - Grietas horizontales o grietas en las que se aprecie un desplazamiento de fibras. Su aparición será muy peligrosa y puede conllevar la fractura del tronco o rama afectada.
 - Grietas gruesas y profundas en madera no descompuesta.
 - Árboles con escaso callo alrededor de maderas vistas con fendas.
 - Grietas que alcanzan los ángulos más agudos de la lesión o en maderas vistas bajo uniones de ramas codominantes.
 - Árboles jóvenes, finos y altos.
- En el momento que la grieta alcanza el callo o la madera viva, estas se convierten en fisuras y la probabilidad de fallo pasa a ser muy elevada (ver ficha 44).

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- El árbol únicamente reacciona en las zonas que “detecta” un incremento de tensiones a nivel de la albura. En cuyo caso generará madera de reacción.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Si la superficie de la madera muerta no tiene apenas callo o no la lesión se encuentra perfilada con ángulos agudos. La acumulación de esfuerzos en estos ángulos puede romper la madera adherida a zonas vivas y originar fisuras.
- La separación de fibras en el plano de la superficie de la herida.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- No se puede prevenir la aparición de fendas en la madera muerta, sólo que no se formen heridas.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- En la mayoría de las maderas vistas se forman grietas de mayor o menor profundidad.

POSIBLES CONFUSIONES

- Con aperturas ocasionadas por pudrición parda o cúbica se originan roturas de la madera descompuesta en forma de grietas horizontales y verticales. No se debe confundir una fenda horizontal con pudrición cúbica de la madera.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- -

Unidad 9

Corteza incluida - Inserción en "V"



Unidad temática 9: Corteza incluida-Inserción en “V”

Determinadas ramas tienen un ángulo de inserción muy agudo y vertical, quedando “corteza incluida” en la inserción entre tronco y rama o rama y rama. Este tipo de uniones, frecuente en horquillas, impide un anclaje correcto.

Los cimales codominantes de las horquillas generalmente tienen uniones menos fuertes que las que se producen entre un eje dominante y una rama lateral en cierta manera dominada. Esto es debido a que en el primer caso el grado de solapamiento entre fibras es menor, pero aún será menos fuerte en el caso de que haya corteza incluida en la horquilla.

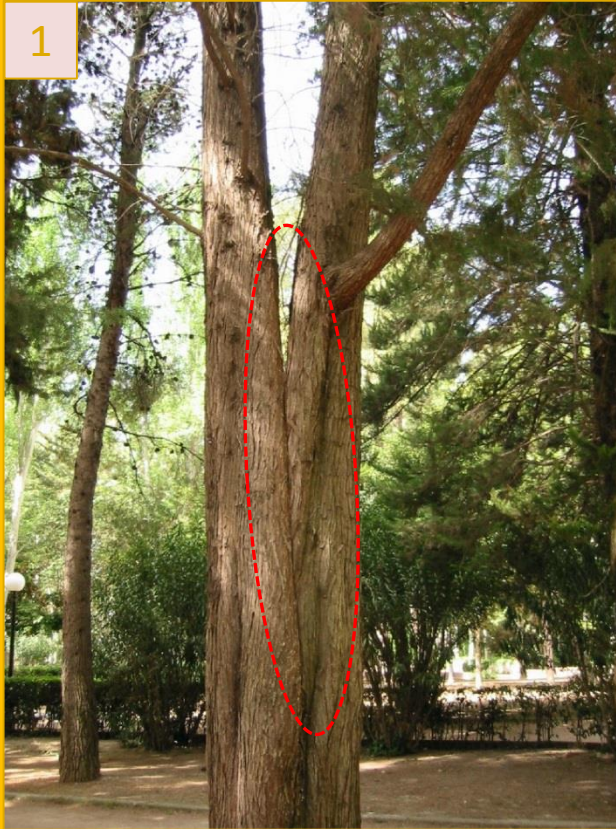


Foto 1. Inserción en “V” entre dos ramas verticales que conforman una horquilla, que indican corteza incluida entre ellas.

Foto 2. Detalle de horquilla de plátano con inserción en “U”. Este tipo de unión es mucho más fuerte que el de la foto anterior.

Ficha 46. Corteza incluida –Inserción en “V”

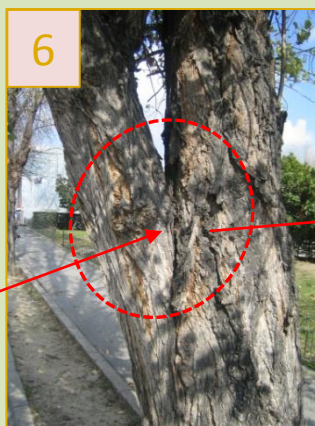


Foto 1. Detalle de dos ramas procedentes de brotación epicórmica, con corteza incluida en su unión.

Fotos 2 y 3. Detalles de ramas codominantes con corteza incluida.

Foto 4. Ejemplar de *Populus alba* 'Bolleana' con corteza incluida entre ramas. En esta variedad es común la formación de este tipo de uniones, dado el desarrollo vertical de estas ramas y la frecuente formación de horquillas, pero en la práctica y a diferencia de lo que ocurre en otras especies, no es nada habitual que se produzcan roturas en este tipo de uniones.

Fotos 5, 6 y 7. Ejemplar con corteza incluida grave y alta probabilidad de fallo estructural, con un principio de fisura en la unión.

DESCRIPCIÓN

- Las ramas con corteza incluida tienen una peligrosa tendencia al desgarro, lo que puede ocasionar accidentes, tanto más graves cuanto mayor sea el calibre y el peso de la rama desgarrada.

Ficha 46. Corteza incluida –Inserción en “V”

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- La unión de ramas con corteza incluida se caracteriza por una inserción en forma de “V” y no en forma de “U”. La corteza en la cara superior de la unión presenta un pliegue cóncavo y las ramas suelen ser verticales entre ellas, formando un ángulo muy agudo, mientras que las horquillas en forma de “U” presentan generalmente un pliegue convexo o “arruga de la rama” en su unión.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Puede estar en una horquilla natural o “maestra” o en una “horquilla accidental”. Las primeras se forman naturalmente a medida que se conforma la copa definitiva del árbol maduro, mientras que las segundas se originan por antiguos daños en el eje apical.
- Las horquillas codominantes frecuentemente se forman por el desarrollo vertical de ramas que han perdido el eje dominante. Las ramas que quedan o los rebrotes inducidos por la desaparición del eje dominante, adquieren dominancia. Si están muy próximos y son verticales el espacio disponible para la corteza será pequeño y se produce este tipo de unión.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- En la mayoría de las especies se pueden encontrar ejemplares con corteza incluida, pero en algunas especies o variedades es más frecuente como *Fagus sylvatica*, *Tilia sp.*, *Prunus serrulata*, etc. Otro caso típico es *Populus alba* ‘bolleana’.
- Se puede dar en cualquier edad, pero son motivo de mayor preocupación las que se producen en ramas de grandes dimensiones.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- A veces es difícil evaluar si la corteza incluida es suficientemente sólida. En cualquier caso será más débil que un anclaje normal.
- Según Lonsdale los fallos son más frecuentes en ciertos cultivares y especies. Según este autor, especies con alto riesgo de fallo son *Salix spp.*, *Populus spp.*, *Aesculus hippocastanum*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus sp.* y *Cedrus sp.* mientras que ejemplos de árboles con relativamente bajo riesgo están *Carpinus betulus*, *Alnus sp.*, así como muchas coníferas como *Larix sp.*, *Abies sp.* y *Secoia sp.* La experiencia nos dice que en el caso de *Populus alba* ‘Bolleana’ no son frecuentes los fallos por corteza incluida.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Generalmente no se aprecia una reacción particular del árbol frente al problema.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- La unión de ramas será más débil cuanto mayor sea la longitud de las cicatrices apretadas convexas, más agudo sea el ángulo de inserción de las ramas, o si hay pudriciones asociadas a la corteza incluida.
- Mayor sea el brazo de palanca y el empuje del viento.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Una selección adecuada de planta en vivero evitaría numerosos casos de corteza incluida severa en edad madura.
- En árboles maduros, las cortezas incluidas y las horquillas codominantes bajas son muy difíciles de corregir, sin originar graves daños estructurales. Si en un árbol joven se prevé la formación de corteza incluida entre ramas codominantes, se deben eliminar cuanto antes todos los brazos menos la rama de futuro seleccionada.
- Si el problema es severo, es preferible la ejecución de rebajes de copa o la tala que la eliminación de la/s rama/s codominantes.
- En árboles de gran valor puede estar aconsejada la instalación de cableados.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Se trata de un defecto común.

POSIBLES CONFUSIONES

- Si se conocen los síntomas, es de difícil confusión.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- -

Unidad 10

Brotación epicórmica



Unidad temática 10: Brotación epicórmica

Muchas especies de árboles (no todas), cuando sufren una agresión, defoliación, poda fuerte etc., reaccionan produciendo nuevas brotaciones procedentes de yemas durmientes o epicórmicas, que serán:

- **Adventicias**, resultado de meristemos aparecidos recientemente en la zona cambial.
- **Proventicias**, que son viejas yemas generalmente ocultas bajo la madera cuyo origen es profundo.

Las ramas originadas de yemas durmientes que aparecen muchos años después de la rama o el tronco portador, tendrán una inserción más superficial y por tanto menos sólida que la inserción de una rama nacida al mismo tiempo que su rama portadora, independientemente de que tengan origen adventicio o proventicio.

La mayor parte de frondosas tienen capacidad de emitir rebrotes, a diferencia de la mayor parte de las coníferas y otras gimnospermas. Algunas excepciones se encuentran en *Taxus baccata*, *Ginkgo biloba*, *Pinus canariensis*, *Taxodium spp.*, *Sequoia sempervivens*, *Sequoiadendron giganteum*, etc., sí lo hacen.

Tradicionalmente se interpretaba que los rebrotes del tronco restaban energía al árbol, por lo que se les denomina “chupones”. Ciertamente estos brotes en un primer momento utilizan las reservas que posee el árbol (durante uno o dos años), pero el árbol los emite para mantener su sistema biológico al aumentar su superficie fotosintética activa y son útiles en su conjunto, por lo que en la actualidad se les llama brotes “suplentes”, “supletorios” o simplemente rebrotes. En cambio en árboles urbanos no siempre son deseables ya que la copa puede desorganizarse de manera indeseable según los fines perseguidos.

Se van a tratar los siguientes casos:

- Rebrotos potentes y de grandes dimensiones anclados sobre leño poco vigoroso y fisiológicamente “abandonado”
- Rebrotos con el tronco o rama portadores estructuralmente debilitados (terciados no consolidados o anclaje en pudrición).

Cuando un rebrote origine una rama completamente formada y su anclaje sea una continuidad de la rama o tronco leñoso, no se considerará defecto.



Foto 1. Detalle de rebrotes emitidos desde una rama gruesa y abandonada.
Foto 2. Detalle de rebrote sobre pudrición.

Ficha 47. Rebrotos de grandes dimensiones sobre leño poco vigoroso y “abandonado”



Foto 1. Detalle de *Populus x canadensis* con un rebrote que está adquiriendo un tamaño considerable. Se aprecia que la madera sobre la que está anclado se encuentra “abandonada” y sin apenas crecimiento en grosor, por lo que el solape de fibras entre el rebrote y la rama es muy bajo. Aparte, la rama portadora se encuentra afectada por pudriciones ocasionadas por el hongo *Fomes fomentarius*.

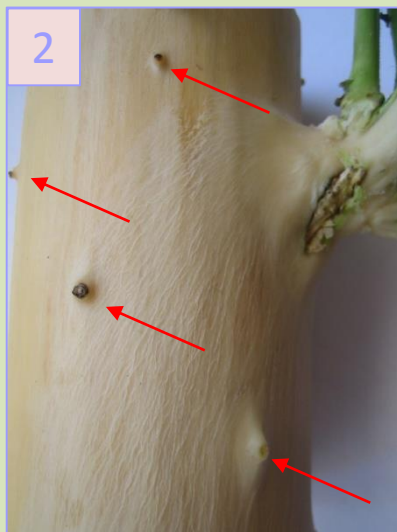
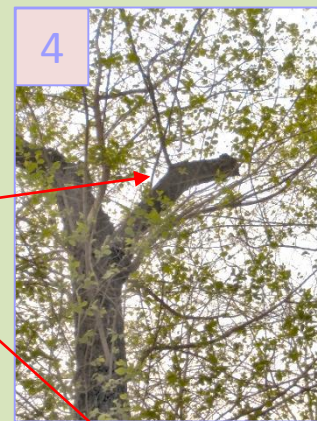


Foto 2. Detalle de un rebrote en un árbol joven descortezado. Se aprecia la aparición de fibras del xilema que conectan con el rebrote y que van envolviendo a la estructura portante. En este caso no existe solape de fibras con el tronco. Las pequeñas verrugas que se observan en la estructura portante (flechas) son yemas durmientes que de momento se encuentran inhibidas.



Fotos 3, 4 y 5. Ejemplar de *Ulmus pumila* en el que se aprecia la generación de numerosos brotes sobre madera abandonada y sin apenas crecimiento en grosor. A medida que las nuevas ramas, procedentes de brotación epicórmica, alcanzan mayores dimensiones, la probabilidad de que partan será cada vez más elevada.



DESCRIPCIÓN

- Los anillos de una rama lateral (y de un rebrote) cada año comienzan a formarse antes que los de la rama o tronco portador. Al año siguiente vuelve a haber un nuevo crecimiento alterno de tejidos de crecimiento, primero de la rama y posteriormente de la rama portadora o del tronco. De esta manera se produce un solapamiento de fibras, un anclaje más sólido. El problema se produce cuando dicho solapamiento no existe o si este es pequeño. Esto ocurrirá si la estructura portadora es fisiológicamente poco activa.
- Por una parte a medida que aumente el tamaño y peso del rebrote, este se irá haciendo más inestable, pero por otro lado el xilema generado por el rebrote irá rodeando poco a poco a la estructura portante, formando un cuello alrededor que otorgará cierta estabilidad, aún sin solape de fibras. Dicho cuello será más estable cuanto más grueso sea.

Ficha 47. Rebrotos de grandes dimensiones sobre leño poco vigoroso y “abandonado”

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- La identificación de un rebrote respecto a una rama, se describe en la ficha siguiente (ficha 48).
- Para estimar la capacidad para generar cierto grado de solapamiento de la rama portadora o del tronco portador, hay que fijarse en el aspecto de la corteza y en las hendiduras de esta a la altura y por encima de su inserción, así como la presencia de copa viva vigorosa en la rama portadora, por encima del rebrote.
- Cuando la estructura portadora tiene capacidad de solapar la nueva rama se apreciarán, a la altura del rebrote o por encima, hendiduras en la corteza de color más claro que la corteza más superficial. Si no fuera así la corteza tendrá un color uniforme y aspecto “viejo”.
- Por debajo del rebrote será frecuente observar costillas por el crecimiento de fibras de xilema, que pueden ser independientes del grado de solapamiento entre la rama y la estructura portadora.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- El origen de un rebrote está en una agresión, defoliación, poda fuerte, etc. Si la estructura portadora no tiene vitalidad, apenas generará crecimiento en grosor, por lo que tampoco habrá solape de fibras.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Cualquier especie con capacidad de rebrote y cualquier edad. Pero este tipo de defecto es más frecuente en árboles viejos.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Si no hay solape de fibras, el anclaje será débil por lo que los rebrotos grandes y pesados pueden llegar a partir desde su base. Por tanto, a medida que aumenten las dimensiones del rebrote la estructura se irá haciendo más inestable.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Los brotes epicórmicos son un intento del árbol por mantener su sistema fisiológico completo, por lo que el árbol genera hojas, que son la “fábrica de alimento” para mantener vivo el mayor número posible de células de las ramas, tronco y raíces. Cuando el árbol emite estos rebrotos “asume” un riesgo de que estos puedan partir por el empuje del viento, al menos en los primeros años.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- La aparición de una fisura en la zona de anclaje del brote con la estructura portante.
- Si el rebrote alcanza grandes dimensiones y peso en una zona expuesta a los vientos dominantes.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- La inspección visual exhaustiva es la mejor manera de detectar este tipo de problemas.
- La eliminación de ciertas ramas procedentes de yemas durmientes eliminará el problema. Para la biología del árbol, será mejor eliminarlas a partir de dos o tres años desde su emisión, cuando ya produce más energía de lo que gasta. Desde el punto de vista de mantener la estructura del árbol organizada, estos rebrotos deben eliminarse cuanto antes.
- La generación de brotes epicórmicos será más potente cuanto mayor sea la copa perdida, pero el rebrote inducido por podas fuertes será menos vigoroso si se ejecuta en otoño tardío, respecto a la poda en primavera temprana.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Moderadamente común en Madrid.

POSIBLES CONFUSIONES

- La valoración de la debilidad o no del anclaje formado requiere una considerable experiencia en evaluación visual.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- -

Ficha 48. Rebrotos con unión del portador debilitada (terciados no consolidados u otros rebrotos sobre pudrición)



Foto 1. Detalle de rebrotos sobre terciado no consolidado (caso 1).

Foto 2. Detalle de rebrote sobre pudrición del tronco (caso 2).

Fotos 3. Rebrote formado desde un antiguo tocón (caso 3).

DESCRIPCIÓN

- Se trata de aquellos rebrotos procedentes de yemas durmientes, que por su naturaleza forman uniones débiles y poco profundas, pero que además están ancladas sobre áreas cancrosas, muertas o en pudrición.
- En este apartado incluimos tres casos:
 - **Caso 1:** Rebrotos en “terciados no consolidados”, que serán aquellos brotes emitidos en la proximidad del punto de corte de poda transversal de una rama.
 - **Caso 2:** Rebrotos emitidos desde pudrición, como tejido del callo alrededor de una lesión
 - **Caso 3:** Árboles formados desde brotes de raíz o de cepa, emitidos desde el tocón de un árbol talado.

Ficha 48. Rebrotos con unión del portador debilitada (terciados no consolidados u otros rebrotos sobre pudrición)

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Se identifica este caso con la aparición de rebrotos en la proximidad a una zona cancosa, muerta o en descomposición.
- Los brotes epicórmicos aparecen habitualmente sobre tejidos viejos del árbol, es decir mucho después de los últimos vástagos formados. Por tanto, los brotes conservan durante mucho tiempo una corteza de aspecto claramente más joven que la de su portador. Por el contrario, una rama posee una corteza completamente comparable con la del portador, ya sea tronco o rama.
- La inserción de un brote también será diferente de la de una rama ya que la base del mismo generalmente presenta un asiento característico limitado por dos pliegues de la corteza (Drènu, 2000). Contrariamente una rama típicamente presenta una arruga o pliegue de la corteza en la parte superior de su inserción a menos que su inserción sea en “V” (ver ficha 46).

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Ver casos.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Cualquier especie con capacidad de rebrote.
- Cualquier edad. Pero los problemas de este tipo suelen ocurrir en árboles maduros o viejos.

EFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Este tipo de estructura tienen una gran probabilidad de fallo por rotura de la rama de origen epicórmico (ver casos).

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Los brotes epicórmicos son un intento del árbol por mantener su sistema fisiológico, a través de la generación de nueva superficie foliar, que son la “fábrica de alimento” para mantener vivo los tejidos de ramas, tronco y raíces. Cuando el árbol emite estos rebrotos “asume” un riesgo de que estos puedan partir por el empuje del viento, al menos en los primeros años.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Que esté asociada a áreas con pudrición severa con un labio cicatricial débil y fino alrededor
- La aparición de una fisura entre el rebrote y la estructura portante.
- Que el rebrote alcance grandes dimensiones y peso en una zona expuesta a los vientos dominantes.
- Si la podredumbre alcanza al rebrote (poco común).
- Cuanto mayor sean las dimensiones y peso del rebrote, más probable será su fractura.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- La inspección visual exhaustiva es la mejor manera de detectar este tipo de problemas.
- La eliminación de ciertas ramas procedentes de yemas durmientes eliminará el problema. Para la biología del árbol, será mejor eliminarlas a partir de dos o tres años desde su emisión, cuando ya produce más energía de lo que gasta. Desde el punto de vista de mantener la estructura del árbol organizada, estos rebrotos deben eliminarse cuanto antes.
- La generación de brotes epicórmicos será más potente cuanto mayor sea la copa perdida, pero el rebrote inducido por podas fuertes será menos vigoroso si se ejecuta en otoño tardío, respecto a la poda en primavera temprana.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Ver casos.

POSIBLES CONFUSIONES

- La valoración de la debilidad o no del anclaje formado requiere una considerable experiencia en evaluación visual.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- -

Ficha 48. Caso 1. Terciados no consolidados



Fotos 1, 2, 3, 4 y 5. Detalles de distintos rebrotes emitidos desde terciados no consolidados

Foto 6. Detalle de pudrición originado por la antigua eliminación de una rama principal. La zona de anclaje de la rama (tenga o no origen epicórmico) se encuentra muy debilitada.

Fotos 7 y 8. Casos de ramas sobre terciados no consolidados que han fallado, pero que aún se encuentran suspendidas en la copa.

DESCRIPCIÓN

- Se denomina terciado no consolidado a aquellos cortes transversales de ramas, en el que se produce una herida de poda de grandes dimensiones que previsiblemente puede evolucionar en pudrición.
- Los rebrotes que aparecen en la proximidad de este corte son inducidos por la eliminación de la dominancia apical que hasta entonces producía auxinas, inhibidoras del desarrollo de yemas laterales. Al anclaje superficial y débil de estos brotes se une que la madera expuesta comienza a descomponerse lo que puede originar una inestabilidad estructural grave.

Ficha 48. Caso 1. Terciados no consolidados

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Cuando la rama es acortada se produce una proliferación de brotes epicórmicos bajo la lesión, ya que no llegan las auxinas que antiguamente se producían en el ápice de las hojas de la rama dominante.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- El terciado no consolidado será especialmente peligroso si la rama terciada ya presentaba pudrición en la zona de corte.
- En aquellos casos en los que la rama eliminada se encuentre en buen estado, el desarrollo de la pudrición tardará varios años, por lo que si el árbol es joven y vigoroso, el anclaje del rebrote podrá ser parcialmente consolidado.
- Los plátanos son especies que generalmente consolidan bien la ejecución de terciados, no así otras especies que generan zonas de barrera débiles (barrera 4 de CODIT) como *Populus spp.* o *Sophora japonica*.

Ficha 48. Caso 2. Rebrotos emitidos desde otras zonas en pudrición (no asociada a terciados)

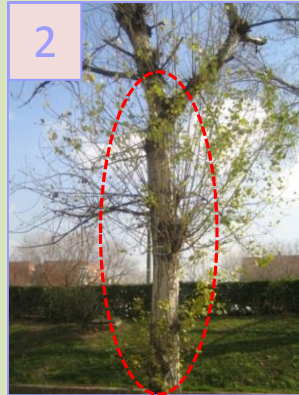


Foto 1. Detalle de rebrote de grandes dimensiones junto a una zona canchrosa y en pudrición originada por el hongo *Inonotus hispidus*. Se aprecia el origen epicórmico de la rama por el aspecto de la corteza.

Foto 2. Detalle de ejemplar de *Populus alba* con numerosos rebrotos en el tronco. El ejemplar se encuentra completamente desvitalizado y su estructura arruinada. A diferencia de la ficha 47, los rebrotos emitidos se encuentran generalmente junto a cavidades o zonas en pudrición.

Fotos 3, 4, 5 y 6. En estos casos se muestran brotes epicórmicos junto a zonas en pudrición. La mayoría de estos acabarán secándose pero cabe la posibilidad de que alguno alcance mayor desarrollo y la debilidad del anclaje suponga un riesgo.

DESCRIPCIÓN

- Los rebrotos emitidos se encuentran junto a pudriciones sin que se encuentren directamente asociados a podas de terciado.
- Desde el punto de vista biomecánico, los rebrotos tendrán características similares al caso 1.

Ficha 48. Caso 2. Rebrotos emitidos desde zonas en pudrición no asociadas a terciados

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Su origen se encuentra en brotes epicórmicos emitidos en el tronco en zonas próximas a heridas, cavidades o áreas afectadas por pudrición.

EFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Los efectos estructurales son similares a los del caso 1. A diferencia de este el origen de la podredumbre o herida no se encuentra en podas de terciado, pero será igualmente peligroso por tener un anclaje superficial y débil y la estructura portante presente pérdidas estructurales.

Ficha 48. Caso 3. Árboles formados desde brotes de raíz o de cepa, emitidos desde el tocón de un árbol talado



Fotos 1, 2, 3 y 4. Detalles de un árbol de viario que ha recuperado su copa desde un tocón.

Fotos 5 y 6. Otro ejemplar procedente de brotación epicórmica en zona verde. En este caso se aprecia la formación de madera de callo alrededor del antiguo tocón.

DESCRIPCIÓN

- En ocasiones se da el caso de que tras el apeo de un árbol se origina un rebrote de raíz o de cepa, a partir del que crecen árboles alrededor del tocón o junto a este. Dicho tocón está formado por madera muerta que es colonizada por hongos de pudrición, por lo que tarde o temprano terminará por descomponerse.
- Los rebrotes inducidos normalmente estarán libres de pudrición, pero será más probable que se propague a estos en aquellos casos en los que los rebrotes tengan crecimientos rápidos que produzcan que se “aplaste” contra el tocón, lo que originará una zona de madera muerta en su base que puede servir de vía de entrada de la podredumbre. Cuanto más baja sea la yema durmiente que da origen al rebrote en el tocón o cuando este se produce de raíz, menos probable será la aparición de procesos de descomposición.

Ficha 48. Caso 3. Árboles formados desde brotes de raíz o de cepa, emitidos desde el tocón de un árbol talado

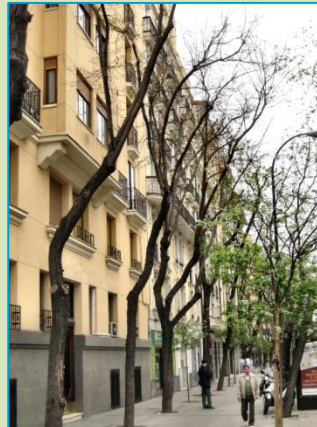
ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Se produce por el apeo de un árbol que tiene suficientes reservas a nivel del cuello como para emitir nuevos rebrotes que lleguen a recuperar el árbol perdido.
- Ciertas especies tienen mayor capacidad de rebrote de cepa (base del árbol) o de raíz (raíces superficiales).

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- De manera general el árbol que crezca alrededor del tocón tendrá un anclaje al terreno menos fuerte y efectivo que aquel procedente directamente de plantación. Esto es debido a que al degradarse el tocón original se generará un hueco, por lo que en el nuevo árbol habrá desaparecido el pivote principal del compartimento central de la raíz y será rara la formación de pivotes secundarios. En estas circunstancias su capacidad para mantenerse en pie dependerá en gran medida de las nuevas raíces laterales generadas.
- Por otro lado a nivel de la base en ocasiones se forma un “collar” que rodea el tocón y que será más estable cuanto más grosor posea. Se formará una zona de barrera entre el tocón y la madera neoformada y una vez se degrade el antiguo tocón se generará un hueco con un collar alrededor cuya estabilidad dependerá de su grosor.

Otros defectos o anomalías en cuello, tronco o copa



Unidad temática 11: Otros defectos o anomalías en cuello, tronco o copa

En este tema se incluyen otros casos de defectos o anomalías que pueden encontrarse en los árboles de Madrid y que no pertenezcan al sistema radicular, ya que estos se incluyen en la Unidad Temática 12.

Los casos que se van a estudiar son:

- Ahilamiento (espigamiento).
- Inclinaciones pronunciadas.
- Angulaciones o codos.
- Objetos en contacto con árboles.



Foto 1. Detalle de árboles alineados ahilados

Foto 2. Detalle de árbol inclinado

Foto 3. Detalle de árbol con una angulación pronunciada

Foto 4. Detalle de clavos y alambres en la superficie de la corteza de un árbol

Ficha 49. Ahilamiento (espigamiento)



Fotos 1 y 2. Diferencias entre un árbol ahilado (foto 1) y no ahilado (foto 2). El primero es alto, fino, tiene una copa reducida y un tronco más cilíndrico. También es frecuente que se encuentren algo inclinados en busca de luz.

Foto 3. Vista de doble alineación de árboles en viario. La alineación interior crece muy próxima a la fachada lo que origina el ahilamiento. El codo del fuste, en ausencia de heridas por eliminación de ramas principales, indica la altura que tenían estos árboles cuando fueron plantados.

Foto 4. Obsérvese la reducida copa de algunos ejemplares y el elevado brazo de palanca que poseen. Al tener pudrición en su base este árbol es peligroso.

Fotos 5 y 6. Detalles de otros árboles ahilados, consecuencia del escaso espacio que poseen para desarrollarse. Algunos ejemplares se encuentran desvitalizados por lo que tienen menos recursos para hacer frente a agentes patógenos o a consolidar estructuras debilitadas.

Fotos 7 y 8. Detalle de un árbol ahilado con un codo en pudrición. Dada la longitud de la copa que se apoya en ese punto, el riesgo por fractura es alto.

DESCRIPCIÓN

- Son aquellas estructuras (árboles o ramas) que desarrollan unos crecimientos longitudinales relativamente mucho mayores que en grosor, lo que hacen a los árboles menos seguros que si crecieran sin competencia.
- En el medio natural se forman en bosques o terrenos arbolados, donde el espaciamiento entre árboles es muy pequeño. Los más espigados normalmente son aquellos codominantes o subdominantes, que necesitan crecer en altura para alcanzar la luz y poder sobrevivir. A esta tarea dedican gran parte de su energía, descuidando los crecimientos en grosor. En el medio urbano la competencia por la luz se produce por estar muy juntos los árboles y por la altura de los edificios.

Ficha 49. Ahilamiento (espigamiento)

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Los árboles ahilados son árboles altos, finos, normalmente con escaso diámetro de copa. Es habitual que la ramificación de la copa sea a cierta altura, pero hay árboles ahilados ramificados desde abajo. Las ramas ahiladas suelen tener aspecto de “cola de león”.
- El tamaño de copa será menor y los anillos de crecimiento serán más grandes en las zonas más próximas a las hojas que en la parte inferior del tronco. Esto origina que los troncos sean más cilíndricos y menos cónicos que en un árbol no espigado.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- En viario es común que se produzcan ahilamientos de árboles pertenecientes a especies de mediano o gran porte, situados en calles algo estrechas con edificaciones superiores a cuatro alturas y árboles plantados cerca de la fachada.
- También pueden tener su origen en podas de refaldado inadecuadas.
- Las ramas ahiladas se forman frecuentemente a baja altura. Suelen estar dominadas y tener poca superficie de copa.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- En cualquier especie, pero los problemas ocurrirán en aquellas con dimensiones potencialmente grandes o pequeñas.
- Se produce en las etapas de juventud y madurez.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Los árboles espigados son menos seguros que aquellos que no lo están, pero los árboles crean estructuras con márgenes de seguridad “sobredimensionados”. Por lo que, en ausencia de otros defectos, raramente se producen fracturas de troncos ahilados.
- El mayor riesgo se encuentra tanto en la base del árbol (donde el calibre es fino, el momento flector es máximo, y puede haber pocos contrafuertes), como en la inserción de largas ramas “cola de león”. En estos casos la probabilidad de fractura puede ser alta aún con pérdidas estructurales leves. También será más probable que se produzca un fallo del sistema de anclaje, entre otras cosas porque suelen tener cierta inclinación y cualquier alteración en las raíces puede suponer un problema de estabilidad (ver ficha 50).
- Al poseer una superficie de copa reducida su producción de fotoasimilados será menor, por lo que suelen ser menos vigorosos.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- El árbol ahilado “asume” riesgos para poder sobrevivir, por lo que las estructuras se encuentran algo tensionadas. En ocasiones se aprecian costillas formadas por madera de compensación en árboles ahilados.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Estos árboles pueden ser altos y tener un brazo de palanca elevado. Cuando superan en altura a los edificios cercanos se produce un incremento súbito del empuje potencial del viento en la copa, por lo que puede aumentar la probabilidad de fallo.
- Si el árbol tiene un defecto asociado, principalmente en la parte inferior de la estructura ahilada.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Evitar la plantación de especies de dimensiones grandes o medianas en zonas con escaso espacio para su desarrollo.
- Las estructuras ahiladas son difícilmente corregibles. En casos de riesgo la ejecución de rebajes de copa tendrá un fuerte impacto en la fisiología de este tipo de árboles ya que estos suelen tener copas reducidas y confinadas a la parte superior del árbol, lo que supondrá la eliminación de gran parte de la copa con capacidad fotosintetizadora. En casos de riesgo la mejor opción será el apeo.
- Las ramas “cola de león” deben eliminarse desde su base, ya que su acortamiento conduce al decaimiento completo de la rama.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Muy común en todos los barrios, pero más aún en los distritos de Salamanca, Chamberí, Moncloa o Retiro.

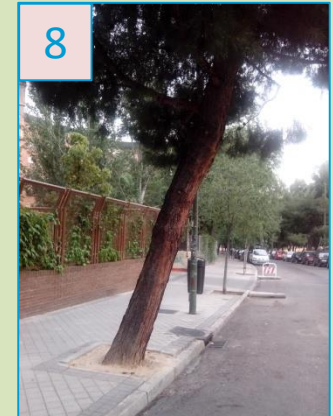
POSIBLES CONFUSIONES

- Con árboles de especies de fuerte desarrollo axial (*Cupressus sempervirens* ‘Fastigiata’ o ‘Stricta’, *Populus nigra* ‘Italica’, etc.).

INFORMACIÓN ADICIONAL

- En el campo forestal se utiliza un índice de espesura denominado “coeficiente de esbeltez” y que es aplicable al árbol individual.

Ficha 50. Inclinaciones pronunciadas



Fotos 1 y 2. Ejemplar inclinado con una herida longitudinal en el tronco por el lado de la inclinación. Las raíces por el lado de tensión suelen ser más potentes que por el lado a compresión, por lo que se producen conflictos por levantamiento de pavimentos. En este árbol la columna central del tronco se encuentra seca y expuesta, y el compartimento central del sistema radicular, que estaba conectado a esta columna es muy propenso a degradarse, comprometiendo la estabilidad del anclaje.

Fotos 3 y 4. Vista de un árbol inclinado con herida originada por golpes de vehículos de gran tamaño. Aparte de los daños que puedan producir sobre los vehículos, las heridas generadas en el árbol pueden suponer una vía de entrada de hongos descomponedores o de otros agentes patógenos.

Foto 5. Ejemplar joven de *Populus x canadensis*, muy inclinado. En este tipo de árboles las ramas superiores suelen adquirir dominancia y verticalidad generando un tipo de estructura que también se denomina "árbol arpa" (Calaza, 2011).

Foto 6. Este ejemplar tenía antiguamente una rama orientada hacia la fachada que fue eliminada por podas. Las ramillas año tras año han crecido con cierta inclinación. Una vez eliminada la rama principal más próxima a la fachada el centro de gravedad se encuentra muy desplazado respecto a la vertical.

Fotos 7 y 8. Ejemplares de *Morus alba* y *Pinus pinea* inclinados hacia el eje de la calzada. En el pino se aprecia la síntesis de madera de compresión (corteza más clara).

DESCRIPCIÓN

- Serán aquellos que presentan el fuste dirigido con cierto ángulo de desviación respecto al eje vertical.
- Los árboles inclinados no tienen porqué ser peligrosos. No obstante habrá casos en los que puede ser motivo de preocupación.

Ficha 50. Inclinaciones pronunciadas

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Estos árboles presentan un ángulo de inclinación más o menos pronunciado respecto al eje vertical.
- La inclinación puede permanecer más o menos constante hasta la primera rama o ir enderezándose en altura.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- El origen puede ser variado. Lo más común en ciudad será que se inclinen para buscar la luz, pero también puede deberse a un fallo radicular cuando el árbol fue plantado, antes de que este estuviera consolidado.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Cualquier edad y especie. Algunas especies son más propensas, como *Elaeagnus angustifolia*.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Un árbol inclinado en principio no tiene por qué suponer un problema estructural, siempre y cuando tenga un buen sistema radicular. El mayor problema se encuentra en ejemplares con fuerte inclinación en dirección perpendicular a los vientos dominantes. En estos casos la posibilidad de fallo de tronco o ramas por torsión se ve incrementada.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Los árboles inclinados tienden a reforzar su estructura, a nivel del tronco a través de madera de reacción (madera de tensión en frondosas y de compresión en coníferas).
- A nivel radicular se suele producir también un mayor crecimiento en las raíces próximas al cuello por el lado opuesto a la inclinación, particularmente por la cara superior de dichas raíces, lo que origina frecuentes problemas de levantamiento del pavimento (ver ficha 56).

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Otras pérdidas de anclaje (cortes de raíces en obras, pudriciones radiculares, raíces superficiales o estrangulantes, etc.). En estos casos puede producirse el vuelco del árbol.
- En el caso que se produzca un incremento en la inclinación o se aprecien movimientos en el terreno (ver ficha 56) el árbol debe ser apeado por motivos de riesgo.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Elegir especies adecuadas al emplazamiento en el que se van a ubicar y poco propensas a desarrollar inclinaciones. También entutorar los árboles recién plantados y evitar impactos de vehículos en árboles jóvenes.
- A medida que el árbol crece, es posible que corrija su inclinación en altura. Algunos tipos de poda pueden favorecer desequilibrios en la distribución de los pesos en copa.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Común.

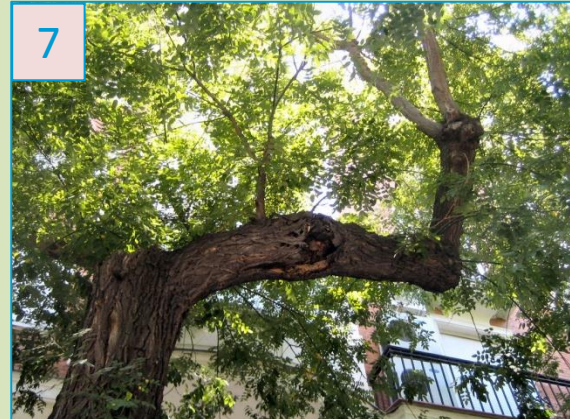
POSIBLES CONFUSIONES

- Por motivo de la inclinación del árbol, se produce frecuentemente un desarrollo radicular mayor en el caso opuesto a la inclinación, por lo que pueden existir dudas acerca de si el árbol se ha “movido” (ver fichas 55 y 56).

INFORMACIÓN ADICIONAL

- En ocasiones es útil valorar la evolución de la inclinación del árbol a través de fotografías antiguas (p. ej. Street View de Google).

Ficha 51. Angulaciones (codos)



Fotos 1 y 2. Detalles de árboles con angulaciones pronunciadas.

Fotos 3, 4, 5 y 6. Detalles de sόfora y plátano que presentan una angulación en el cuerpo leñoso. En ambos casos el codo se encuentra en la antigua cruz, fue eliminado uno de los brazos principales y se ha desarrollado pudrición por el lado sometido a tensión. La diferencia entre ambos árboles estriba en el comportamiento de estas especies para compartimentar las pudriciones, ya que el plátano consolida mejor las pudriciones, tanto a nivel de zona de reacción como de barrera.

Foto 7. Detalle de varios codos originados por antiguas podas. La pudrición de *Inonotus hispidus* se ha originado en los puntos de corte y se ha extendido por gran parte de la rama.

DESCRIPCIÓN

- Una angulación o codo se produce por un cambio de dirección abrupto en el cuerpo leñoso, que muchas veces está originado por la eliminación de una o varias ramas que antiguamente conformaban una horquilla.
- El codo con pudrición puede encontrarse en el tronco, por la eliminación de una o varias ramas principales que antiguamente conformaban la cruz, y en ramas que conforman la copa.
- Una combinación de estrés mecánico localizado y pudrición, asociado con la herida expuesta, puede conducir al fallo estructural.

Ficha 51. Angulaciones (codos)

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Se aprecia claramente un punto de inflexión en la dirección del cuerpo leñoso. En la inspección normalmente también se ve la herida de poda o la zona en pudrición.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Se encuentra en la eliminación de una o varias ramas que conformaban una horquilla. A diferencia de lo que ocurre con la poda de ramas laterales no permanentes, en horquillas no se produce un solapamiento de fibras entre las ramas que la conforman y no poseen “defensa a la pudrición” en su base. Es frecuente que se desarrolle pudrición en la rama que se dejó, justo en la angulación.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Cualquier especie y en cualquier edad, pero la pudrición se suele generar en árboles ya maduros.

EFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- La aparición de podredumbre en un codo, supone una zona de debilidad estructural.
- En los casos en que el codo esté originado por eliminación de ramas en la antigua cruz, normalmente la pudrición se generará en el lado a tensión, mientras que en los casos en los que se origine en copa, puede estar situado en ambos lados (tensión o compresión, según si se eliminó la rama superior o la inferior).

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- El árbol reaccionará a la pudrición generando zonas de reacción y zonas de barrera. Si llega a desarrollarse podredumbre en la madera expuesta, la zona de reacción únicamente ralentiza el avance de los hongos de pudrición, mientras que la zona de barrera puede frenar drásticamente su avance.
- La estabilidad presente y futura dependerá en gran medida de la vitalidad del árbol, de la patogeneidad del hongo de pudrición, del grosor de la pared residual generada a partir de la zona de barrera y de la anchura de la herida.
- Normalmente existirá una pared residual proporcional a la madera de callo visible.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- La pudrición en frondosas será normalmente más grave en el lado a tensión, especialmente en los casos de podredumbre parda o blanca simultánea. Mientras que en coníferas el problema más grave generalmente se producirá a compresión, especialmente en los casos de podredumbre blanca (ver Unidad Temática 3).
- Si la madera expuesta supera el 35 % del perímetro, supondrá una zona de debilidad por acumulación de tensiones, aún sin que se observe pudrición.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Elegir especies adecuadas al emplazamiento en el que se van a ubicar y poco propensas a desarrollar inclinaciones.
- Entutorar los árboles recién plantados y evitar impactos de vehículos en árboles jóvenes.
- Algunos tipos de poda pueden favorecer desequilibrios de los pesos en copa.
- Evitar cortar ramas de horquillas. Si fuera necesario, procurar que la superficie de la herida sea la menor posible.
- Por motivos de riesgo, se puede eliminar la rama afectada siempre que no altere drásticamente la estructura global de la copa. Si se trata de un árbol valioso, se puede acudir a sistemas de sustentación artificial.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Muy común en Madrid, tanto en ramas que conforman la copa como codos en la antigua cruz.

POSIBLES CONFUSIONES

- Con rebrotes originados de ramas terciadas (ver ficha 48).

INFORMACIÓN ADICIONAL

-

Ficha 52. Objetos en contacto con árboles

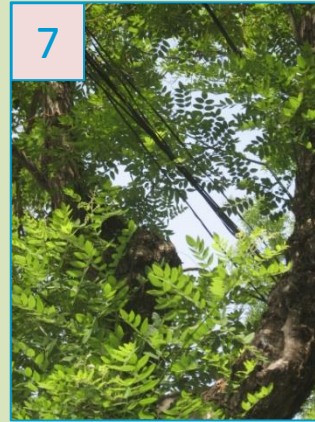
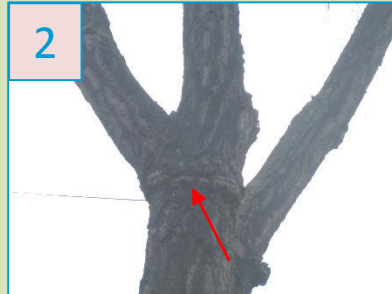


Foto 7. Detalle de cables de telefonía que pasan entre la copa de una sófora.

Foto 8. Detalle de una alcayata clavada en un tronco. Se aprecia una exudación gomosa en ese punto, generada por el árbol, posiblemente consecuencia de un proceso infeccioso.

Foto 9. Lata de refresco en una cavidad del árbol. El cierre completo de la herida no se ha realizado por la presencia del objeto.

Foto 10. Plátano que crece junto a un muro. El muro puede terminar dañado por el crecimiento de la base del árbol y sus raíces.

Fotos 1. Interferencia de árbol con marquesina de autobús.

Fotos 2 y 3. Detalles de árboles con elementos estrangulantes alrededor de ramas.

Foto 4. Tronco en contacto con el poste de una farola. Se observa el mayor crecimiento de madera en la zona de contacto.

Fotos 5 y 6. Detalles de cubierta y alcorque en contacto con la base del árbol.

DESCRIPCIÓN

- Cuando una parte de un árbol entra en contacto con un objeto sólido (una piedra, valla, señal de tráfico, cornisa, alcorque, etc.) este genera más madera en la zona de contacto con el objeto, en respuesta a la restricción de espacio que produce el elemento rígido.

Ficha 52. Objetos en contacto con árboles

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- En la zona de contacto del árbol con un objeto se observará un engrosamiento o un crecimiento envolvente del objeto rígido.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- El origen es variado. El problema suele ocurrir cuando el árbol no dispone del espacio que necesita, ya sea a nivel de raíces, cuello, tronco o ramas.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Cualquier especie y en cualquier edad.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Un alambre, cuerda rígida, cable, cadena, etc. que rodea el tronco o rama, puede producir una constricción que dificulte la circulación de savia, lo que puede originar una deficiencia fisiológica.
- En ocasiones un árbol se puede “apoyar sobre un elemento sólido” como p. ej. raíces bajo un murete de piedra, por el lado opuesto a la inclinación. En estos casos, si se elimina el elemento en el que se apoya el árbol, puede haber un fallo estructural, por la retirada del apoyo, al que se había “acostumbrado” el árbol.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Cuando un árbol entra en contacto con un objeto rígido se produce un estrés local que causa la síntesis de madera por el lado de contacto para dar estabilidad al árbol.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Si existe constricción de una rama o del tronco, la parte situada por encima del daño puede llegar a secarse, pasados algunos años después de que comience el estrangulamiento.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- El árbol sólo engrosa, no se mueve, por lo tanto es una anomalía que se puede prever. El espacio urbano es muy escaso, por lo que una elección correcta de la especie o proporcionar al árbol el espacio que requiere para su desarrollo evitará este tipo de problemas.
- En los casos de que el elemento esté constriñendo (estrangulando) al árbol, debe procederse a su retirada, siempre que sea posible y no constituya ningún daño.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Más o menos frecuente, sobre todo árboles en contacto con alcorques.
- También es algo frecuente la aparición de ramas rodeadas por alambres, cables o cuerdas, olvidadas tras la campaña de alumbrado navideño. También en cables eléctricos, telefónicos que dan servicio a viviendas viejas o a quioscos callejeros.

POSIBLES CONFUSIONES

- Generalmente no se puede confundir con otra anomalía o defecto.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- El incremento de madera por contacto del árbol con elementos rígidos puede ser causa de conflicto o daños en estructuras urbanas (pavimentos, canalizaciones, alcorques, muretes, vallas, señales, etc.), como se describe en la ficha 56.

Unidad 12

Otros defectos o anomalías en raíces o en el entorno



Unidad temática 12: Otros defectos o anomalías en raíces o en el entorno

En este apartado se tratan aquellos defectos o anomalías del sistema radicular.

Posibles daños pueden ser directamente apreciables a través de signos (cortes, heridas o pudriciones, etc.), o puede haber síntomas indirectos que hagan sospechar de la existencia de posibles pérdidas de anclaje.

Los defectos directamente visibles que se describen en este tema son los siguientes:

- Raíces espiralizantes o estrangulantes
- Raíces superficiales cortadas
- Heridas en raíces superficiales de terrenos compactados

En cambio se describen los siguientes síntomas indirectos indicativos de posibles problemas:

- Levantamiento o rotura del terreno circundante
- Obras en el entorno



Foto 1. Detalle de raíz espiralizante.

Foto 2. Detalle de gruesa raíz superficial cortada.

Foto 3. Detalle de árbol con raíces superficiales con heridas originadas por el tránsito peatonal.

Foto 4. Detalle de raíz superficial desarrollándose entre el acerado y su bordillo, que está originando la separación del bordillo.

Foto 5. Detalle de cortes radiculares realizados alrededor de un árbol urbano. Cuando se terminan las obras muchos daños radiculares quedan ocultos bajo el terreno.

Ficha 53. Raíces espiralizantes y/o estrangulantes

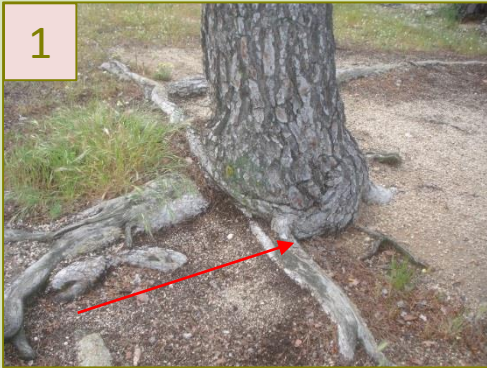


Foto 1. Detalle de raíz espiralizante que está estrangulando el tronco creando un abombamiento en la base del mismo.

Foto 2. Raíz estrangulante sobre *Celtis australis* con origen en vivero.

Foto 3. Detalle de raíces espiralizadas de pequeño tamaño desarrollándose alrededor del tronco de *Pinus pinea*.

Foto 4. Raíz espiralizante que afecta casi al 50% del perímetro del tronco del árbol.

Foto 5. Árbol caído por el efecto de una raíz espiralizante enterrada. Base con forma cónica y sin raíces como una "punta de lápiz".

Fotos 6 y 7. Raíz superficial que rodea al tronco por la barrera mecánica existente en el alcorque (bloque de cemento) y que termina entrando en contacto con el propio cuello del árbol.

DESCRIPCIÓN

- Raíces espiralizantes son aquellas que crecen alrededor del tronco y que en el aumento de tamaño y grosor de la misma puede provocar afecciones severas en la base del árbol.
- En los casos más graves puede llegar a estrangular el cuello (raíces estrangulantes) produciendo un impacto sobre la fisiología del árbol al dificultar la circulación vascular e incluso conducir a su caída por la mala conformación del sistema radicular o la aparición de pudriciones asociadas.

Ficha 53. Raíces espiralizantes y/o estrangulantes

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Resulta más fácil de observar si la raíz espiralizante es superficial, pues se puede apreciar si existe o no injerto entre tronco y raíz. La no existencia de injerto implica compresión sobre el sistema vascular del árbol.
- Si las raíces espiralizantes están enterradas se puede apreciar un engrosamiento anormal en la base del árbol o en algunos casos que el tronco entre en el suelo directamente.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Los árboles que presentan este defecto suelen ser planta de vivero, de baja calidad, que se ha desarrollado principalmente en contenedor y con un crecimiento de raíces circular alrededor de los límites de la maceta.
- También se observa en pinos que venían de vivero en escayola.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Las coníferas, parecen ser más sensibles a este tipo de defectos, pero tal y como se ha explicado con anterioridad el origen proviene de su cultivo en vivero.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Una vez que la raíz entra en contacto con el tronco, el floema comienza a ser presionado y el xilema no puede producir madera. De esta forma, el fluido que circula por esta parte del tronco es menor, y la debilidad estructural comienza a desarrollarse.
- El contacto puede provocar la muerte de alguna de las partes del tronco.
- Si la raíz rodea por completo al árbol provoca su estrangulamiento, como cualquier elemento mecánico.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Si el árbol es vital, el tronco del árbol, como si de cualquier otro elemento que lo presione se tratara, intentará sobrepasarlo, desarrollando un mayor crecimiento para rodear el “objeto extraño” que sería la raíz.
- La raíz engrosará de forma acorde a sus crecimientos anuales, presionando cada vez más sobre el propio tronco.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Cuanto mayor sea longitud afectada por la raíz espiralizante mayor es el problema.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- La principal prevención es la detección temprana en el momento de realizar la compra de la planta en vivero.
- En ejemplares jóvenes se pueden redireccionar las raíces siempre que no cree daños en el tronco, aunque esto puede producir en un momento puntual cierto estrés al árbol.
- Si las raíces son más grandes se debe considerar si el corte y eliminación de la misma es menos grave que el daño que produce al árbol.
- En los casos extremos debe eliminarse el árbol.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Se encuentra muy asociado a partidas de planta provenientes de un mismo vivero en una campaña determinada.

POSIBLES CONFUSIONES

- En ocasiones no es fácil valorar si existen estrangulamientos, especialmente si la raíz está enterrada.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- Hay ocasiones en que las raíces pueden comprimir al desarrollo de otras raíces principales del sistema radicular del árbol.
- La actuación a realizar debe ser valorada por el técnico atendiendo a la gravedad del problema actual o la gravedad del daño que se pueda originar por la eliminación de la raíz.

Ficha 54. Raíces superficiales cortadas



Fotos 1 y 2. Detalles de raíz superficial de plátano cortada. En este caso no se ha desarrollado pudrición.

Fotos 3 y 4. Otras heridas por corte de raíces superficiales. En estos casos es preciso evaluar el estado interno de la madera con testificación instrumental.

Fotos 5 y 6. Detalle de raíz principal antiguamente cercenada y completamente hueca. Presumiblemente una herida sirvió de entrada a los hongos de pudrición, que se han extendido por la raíz. La profundidad de la cavidad, la ausencia de callo y el grado de degradación de la misma indican una probabilidad muy alta de que la podredumbre se haya extendido por el cuello y por las raíces de anclaje. En estos casos el riesgo de caída del árbol es muy alto.

DESCRIPCIÓN

- Se trata de un defecto normalmente ocasionado por obras (ver ficha 57). El corte de raíces puede tener un severo impacto desde el punto de vista fisiológico y biomecánico. Dependiendo de los daños radiculares, puede originar un decaimiento de la copa (en muchas ocasiones pasados varios años desde que se produce el daño) o una inestabilidad en el anclaje del árbol.
- El corte de raíces no siempre será visible ya que tras la ejecución de obras, muchas heridas quedan tapadas (ver ficha 57).

Ficha 54. Raíces superficiales cortadas

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Normalmente se aprecian raíces superficiales cortadas transversalmente.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- En la mayoría de los casos se produce por la ejecución de obras (zanjas, aparcamientos, pavimentaciones) o por remodelación de pavimentos o alcorques deformados por la acción de las raíces, que implica el corte de las raíces.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Cualquier edad o especie, pero suelen verse más afectados los árboles más viejos.

EFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- El efecto en la fisiología dependerá en gran medida del grado de alteración radicular:
 - Si esta es severa y súbita, las yemas y ramillas pueden morir en corto plazo como respuesta al shock producido, al que le seguirán otros síntomas de decaimiento en años posteriores.
 - Si el corte o el daño en las raíces no es tan fuerte, los daños normalmente se harán patentes en copa varios años después de los cortes.
 - Si se eliminan pocas raíces, puede suponer un estrés transitorio en el árbol, sin que ni siquiera se manifieste en copa.
- El efecto biomecánico puede ser todavía más grave ya que la afección a la estabilidad pueden suponer el vuelco o rotura total de toda la estructura arbórea. También puede suponer la vía de entrada de hongos de pudrición en raíz y cuello que pueden acabar comprometiendo a medio plazo la estabilidad del árbol.
- El corte de raíces laterales en árboles con un sistema radicular completo no tiene porqué suponer su caída, ya que el árbol se mantiene como un “viga empotrada” a través de sus pivotes primarios y secundarios (si es que estos existen). En cambio, en árboles maduros o viejos puede que el compartimento central de su sistema radicular, con función prioritaria de anclaje, se encuentre degradado. En este caso el corte de raíces próximas al cuello puede desestabilizar al árbol.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- El árbol reaccionará como con cualquier herida, cerrando en primer lugar la entrada de aire para evitar la muerte de tejidos por esta causa, y en algunos casos frente a la entrada de patógenos u hongos de pudrición.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Los árboles jóvenes y más vitales soportarán mejor el corte de raíces. Los árboles viejos tienen escasa capacidad para formar nuevas raíces y frecuentemente su compartimento central se encontrará degradado. Además el desarrollo de pudrición será más probable en árboles con gran cantidad de madera inactiva (duramen) que quede expuesta en los cortes.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Sólo es posible la prevención a través de la cooperación entre las distintas áreas municipales y empresas con competencias en el espacio urbano, a través de un adecuado diseño del espacio urbano y la ejecución de obras respetuosas con el arbolado.
- Las actuaciones de reducción del riesgo dependerán del estado previo del sistema radicular y de la gravedad de los cortes.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Muy común en Madrid.

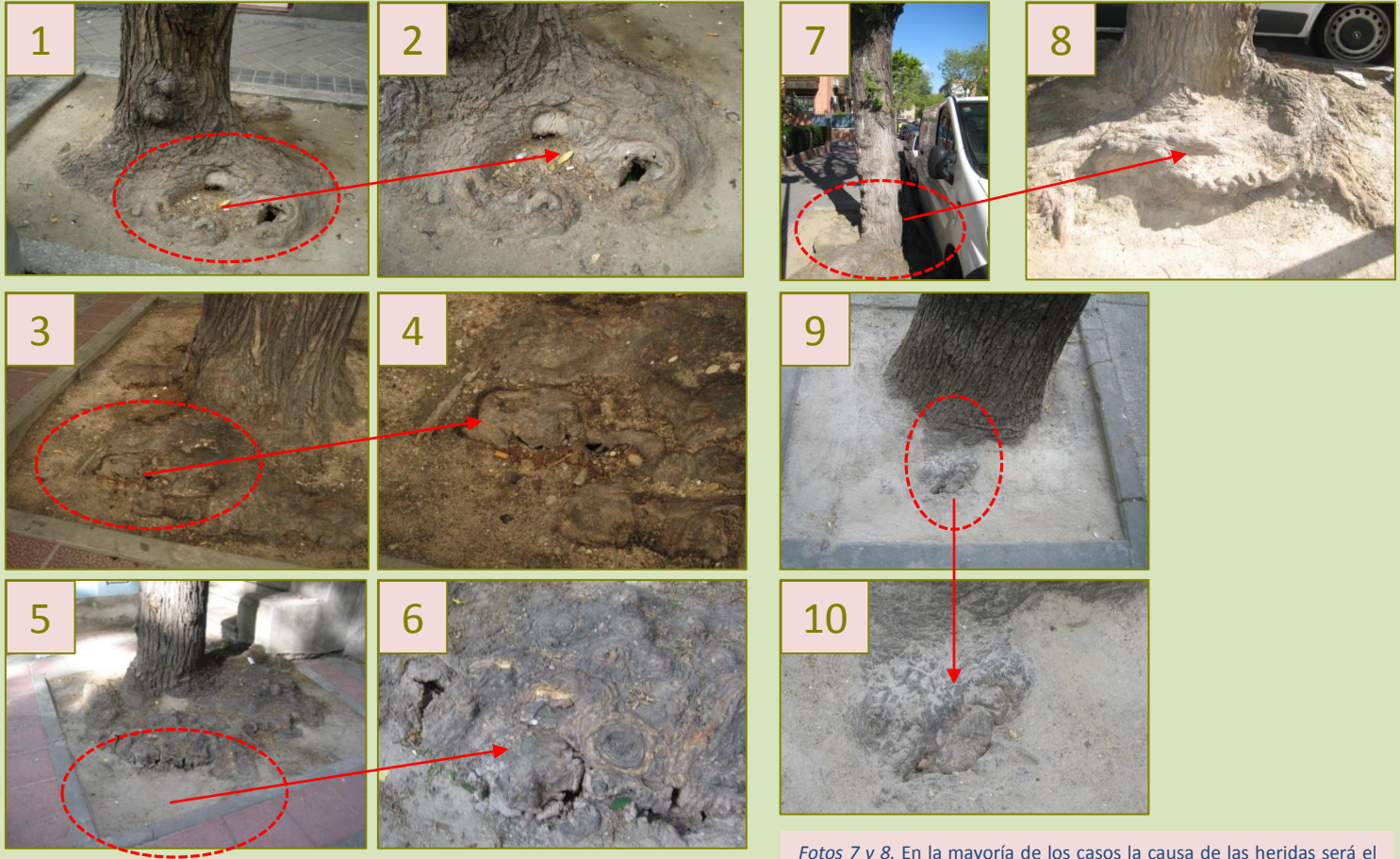
POSIBLES CONFUSIONES

- Si la herida no está enterrada será de difícil confusión.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- La evaluación del estado del compartimento central, en ocasiones se puede hacer mediante la testificación instrumental. Esta práctica tiene como finalidad la detección de pudriciones o cavidades internas reveladoras de una disminución del sistema de anclaje, anterior al corte de las raíces superficiales.

Ficha 55. Heridas en raíces superficiales de terrenos compactados



Fotos 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Detalles de distintos árboles con raíces superficiales dañadas por el tránsito peatonal. En todos estos casos se aprecian pudriciones originadas desde las heridas producidas. Cuando se ha desarrollado pudrición es muy probable que esta alcance al resto del sistema radicular, no obstante es preferible la evaluación instrumental para valorar el estado de la base a nivel del cuello.

Fotos 7 y 8. En la mayoría de los casos la causa de las heridas será el tránsito peatonal, pero en este ejemplar los daños también se producen por vehículos que se suben al alcorque. De momento no se aprecian pudriciones. Las raíces superficiales generalmente se forman en terrenos compactados debido a la escasa aireación en el sustrato. Fotos 9 y 10. Detalles de heridas en raíz superficial originada por el tránsito de peatones. Se intuye también un elevado grado de compactación del sustrato.

DESCRIPCIÓN

- En este apartado se tratan aquellos daños originados por el roce de raíces superficiales en terrenos compactados. En la mayoría de los casos no se generará pudrición desde estas heridas, a menos que estas afectan a grandes raíces, con mucha madera expuesta.
- El desarrollo de pudriciones radiculares se trata en las unidades temáticas 2 y 3.

Ficha 55. Heridas en raíces superficiales de terrenos compactados

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Las raíces superficiales, originadas normalmente en suelos compactados y con escasa aireación, están expuestas al “pisoteo” de los viandantes y en ocasiones de vehículos, lo que origina daños mecánicos en su superficie.
- En praderas cespitosas, estos daños están frecuentemente ocasionados por máquinas cortacésped.
- Las heridas están caracterizadas por la erosión superficial de las raíces expuestas, en las que en ocasiones se aprecian antiguos callos por la reiteración de daños mecánicos en su superficie.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- La aparición de raíces superficiales puede tener distintos orígenes. El más común será la compactación del suelo, que impide la correcta aireación del sistema radicular en profundidad, lo que obliga a su desarrollo superficial. Las heridas las ocasionan los viandantes, operarios o conductores.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Cualquier edad o especie.

EFEKTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- La herida expuesta no llega a cerrarse lo que puede favorecer el desarrollo de pudrición, aunque esto normalmente no ocurre en un primer momento. En caso de que los hongos de pudrición logren establecerse y desarrollarse, puede llegar a convertirse en grave desde el punto de vista biomecánico.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- El árbol responderá mejor a nivel de la albura si tiene una buena vitalidad y en un primer momento lo normal es que no se desarrolle pudrición. No obstante las heridas se seguirán produciendo si no se toman medidas que eviten los daños.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- La colonización de las heridas por hongos de alta o moderada patogeneidad en árboles con escasa capacidad de compartimentar pudriciones ya instaladas.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Si el árbol es joven, se pueden hacer labores preventivas de mejora de las condiciones de aireación del suelo, y que permita el desarrollo de raíces más profundas. Si el árbol es maduro y tiene raíces superficiales dañadas, las medidas preventivas pueden estar en la instalación de cubiertas protectoras.
- Si se desarrolla podredumbre conviene realizar una inspección instrumental detallada o una cava con azada para evaluar mejor el estado del sistema radicular.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Muy común en Madrid.

POSIBLES CONFUSIONES

- De difícil confusión.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- -

Ficha 56. Levantamiento o rotura del terreno circundante



*Foto 1. Detalle de pavimento levantado por el crecimiento de las raíces
Foto 2. Detalle de árbol vencido que ya ha sido apeado*

DESCRIPCIÓN

- El levantamiento o rotura del terreno circundante puede tener dos causas principales, que se tratarán como casos:
 - **caso 1:** El fallo del sistema de anclaje del árbol, lo que indicaría una alta peligrosidad de caída del ejemplar.
 - **caso 2:** Raíces superficiales que producen el levantamiento del pavimento en el entorno más próximo al cuello (frecuente en alcorques pequeños, árboles inclinados, árboles muy expuesto a la carga de vientos dominantes, etc.). En este caso no tiene por qué constituir un peligro inminente.

Ficha 56. Levantamiento o rotura del terreno circundante

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Entre ambos casos puede haber confusiones, pero existen ciertas pautas para poder reconocer el tipo de rotura o deformación del pavimento:
 - Si el sistema de anclaje ha fallado, pueden aparecer grietas paralelas en el sustrato que rodean la plataforma radicular, normalmente a 0,5-3 m de distancia de la base. En la zona pavimentada, aparecerán roturas del pavimento, así como levantamientos o hundimientos bruscos asociados a una inclinación mayor que la que tenía previamente (en muchas ocasiones se aprecia un levantamiento por un lado y un hundimiento por el otro). En la copa se puede observar que las ramillas brotadas en el año anterior (o de este) no son verticales o se aprecia en los brotes una corrección de la dirección de crecimiento.
 - Si la deformación está originada por el desarrollo superficial de raíces, se habrá producido progresivamente y se podrá “intuir” el recorrido de las raíces principales, generalmente sin que se produzcan deformaciones abruptas. Si se trata de árboles torcidos, su inclinación será siempre la misma y los brotes superiores de las ramillas serán verticales.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Ver casos.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Cualquier edad o especie.

EFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Ver casos.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Ver casos.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Ver casos.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Ver casos.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Muy común en Madrid.

POSIBLES CONFUSIONES

- Puede haber confusión entre los dos casos.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- -

Ficha 56. Caso 1. Fallo del sistema de anclaje del árbol



Fotos 1 y 2, Detalle de árbol vencido y apeado. Se aprecia un levantamiento del pavimento por un lado y un hundimiento por el otro. Ambas zonas se encuentran rodeadas por una línea roja.

Fotos 3 y 4, Detalle de grietas en la base de un árbol inclinado. La apertura de estas grietas en el terreno o en pavimento suele indicar un fallo del sistema radicular.

Foto 5. Ejemplar de *Populus alba* 'Bolleana' que presenta grietas en su base, lo que indica que el anclaje al terreno ha fallado. Por tanto se trata de un árbol muy peligroso.

DESCRIPCIÓN

- El fallo del sistema de anclaje es un síntoma precursor a una caída inminente de un árbol.

Ficha 56. Caso 1. Fallo del sistema de anclaje del árbol

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- El fallo de anclaje puede tener varios motivos, pero normalmente se producirá en aquellos casos de anclajes mermados, dañados, en pudrición, etc. También puede ocurrir, aún en ausencia de defectos, por la aparición de vientos fuertes o turbulentos en árboles grandes situados en terrenos empapados, por ejemplo tras varios días lluviosos.

EFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Si la deformación se debe a que el árbol se ha movido, el anclaje habrá fallado y la probabilidad de vuelco definitivo será muy alta.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Por muy vital que sea el árbol, este no podrá consolidar un fallo radicular.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Que el fallo se produzca en un árbol de grandes dimensiones
- Que se encuentre en zonas muy transitadas

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- La prevención pasa por evitar daños en el sistema radicular que puedan originar pérdidas de resistencia estructural.
- Si el árbol se ha movido, lo más juicioso será el apeo del árbol por motivos de riesgo.

Ficha 56. Caso 2. Crecimiento de las raíces



Fotos 1, 2 y 3. Detalles de distintos árboles en los que se producen deformaciones y roturas junto al árbol. Obsérvese que en la mayoría de los casos el levantamiento del pavimento se produce por raíces superficiales en alcorques pequeños en relación al tamaño del árbol.

Foto 4. En este caso se aprecia un levantamiento de las losetas del acerado junto al bordillo que separa acera y calzada. En este caso la profundidad del bordillo supone una barrera para las raíces, y estas se desarrollan en una franja donde se produce el levantamiento.

Fotos 5 y 6. Ejemplar inclinado en el que se observa un mayor desarrollo radicular por el lado opuesto a la inclinación. En este tipo de árboles la deformación del pavimento suele producirse en esta zona.

Fotos 7 y 8. Vista y detalle de la base de un árbol inclinado, donde se han desarrollado raíces algo más gruesas por el lado sometido a tensión.

Foto 9. Detalle de un árbol con alcorque insuficiente rodeado por una plancha de hormigón extensa pero delgada. En estos casos un ligero levantamiento produce una abrupta elevación del pavimento, consecuencia de las grandes dimensiones de la plancha de hormigón.

DESCRIPCIÓN

- El crecimiento de raíces superficiales del entorno más próximo al cuello se produce especialmente en alcorques pequeños, árboles levemente inclinados o con vientos dominantes en una dirección, etc.. En estos casos no tiene por qué constituir un peligro.

Ficha 56. Caso 2. Crecimiento de las raíces

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- La deformación está originada por el crecimiento normal de las raíces y se debe a la generación de anillos más gruesos en la cara superior de estas en la zona de fuerte expansión radicular (la más próxima al cuello). Se producen especialmente en zonas tensionadas, como por ejemplo en árboles inclinados, por el lado opuesto a la inclinación.
- Los pavimentos levantados son más frecuentes en suelos compactados y poco aireados, en los que las raíces se desarrollan de manera superficial, para aprovechar el poco aire (y agua) que queda entre pavimento y sustrato.

EFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Desde el punto de vista estructural, en principio no suele constituir un problema mayor, a menos que se produzcan cortes radiculares por obras, repavimentaciones, etc. (ver ficha 54)

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- El crecimiento las raíces que produce la deformación del pavimento, se produce por la generación de madera de reacción en la base o en raíces, principalmente por las zonas más tensionadas. Además, cuando el cuello o las raíces entran en contacto con los pavimentos o bordillos, los árboles añaden más madera en esta zona de contacto en respuesta a la restricción, lo que puede causar daños significativos en estas infraestructuras.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- Si el árbol se encuentra muy inclinado y se produce el corte de raíces junto al cuello por el lado opuesto a la inclinación, probablemente se producirá la caída del ejemplar, particularmente si el pivote principal del compartimento central en el sistema radicular se encuentra degradado (ver ficha 54).

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- La prevención pasa por procurar que el árbol joven se desarrolle verticalmente (a través de tutorados efectivos) y sobre todo en un diseño y ejecución adecuado de la plantación y los requerimientos futuros del árbol (dimensiones del alcorque, compactación del terreno, características del pavimento que rodean el alcorque, etc.).
- Si el árbol se encuentra inclinado y no se observan otros defectos asociados, normalmente se procederá a inspecciones periódicas de su evolución.

Ficha 57. Obras en el entorno

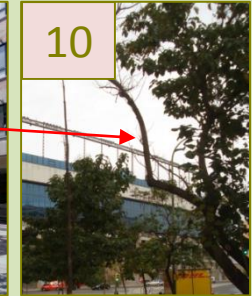


Foto 1. Detalle de árbol no consolidado seco, dentro de un área de obras.

Fotos 2 y 3. Detalle de un árbol en el que se han eliminado raíces muy próximas al cuello y en distintas caras por lo que su estabilidad futura quedará comprometida.

Fotos 4 y 5. El grado de alteración radicular de estas obras fue tal que el árbol quedó desestabilizado. De hecho el árbol de la foto 5 está apoyado sobre una retroexcavadora para evitar que este cayera definitivamente. El árbol fue apeado de urgencia. Otros árboles próximos también quedaron gravemente afectados.

Fotos 6, 7 y 8. Las imágenes pertenecen a una misma obra. En ocasiones una vez restaurada la zona no se aprecia el grado de alteración radicular ocurrido.

Fotos 9 y 10. Detalle de una *Pawlonia tomentosa* en el año 2008, antes de unas obras y ramas secas en dicho ejemplar. La explicación del decaimiento se encuentra en alteraciones radicales ocasionadas por las obras, pero los síntomas no se han manifestado varios años después.

Fotos 11 y 12. Cambios de coloración en el pavimento, indicativas de obras antiguas. En el árbol de la foto 12, se aprecia que la zanja realizada se realizó junto a la base de unos árboles inclinados por el lado sometido a tensión, pero se desconoce el alcance de los daños radicales que ha podido ocasionar.

DESCRIPCIÓN

- Algunas obras son la causa del decaimiento de copa varios años después de la ejecución de una obra, así como la caída de árboles por fallo del sistema de anclaje. Estos casos son consecuencia de alteraciones radicales que causaron las obras.

Ficha 57. Obras en el entorno

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE SÍNTOMAS Y SIGNOS

- Si las obras se encuentran en ejecución es posible evaluar parcialmente los daños que pueden estar afectando al árbol, pero será imposible cuando la zona afectada haya sido tapada y pavimentada.
- El cambio de coloración del pavimento en una franja de aproximadamente 1 m de anchura (en los casos de apertura de zanjas) para infraestructuras de servicios urbanos indicará que ha habido una obra lineal de infraestructuras. También un pavimento nuevo es indicativo de alteraciones en el entorno.
- Otro síntoma de daños por obras es un descenso de copa generalizado en los árboles de una alineación. Este síntoma puede tener varias causas, pero lo más frecuente es que sea debido a los daños radiculares producidos por una obra.

ORIGEN DEL DEFECTO (CAUSAS)

- Variado.

ESPECIES AFECTADAS-HOSPEDANTES, EDAD Y OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Cualquier edad o especie.

EFFECTOS MECÁNICOS Y/O FISIOLÓGICOS (CONSECUENCIAS)

- Si la alteración es severa y súbita, por ejemplo por corte de numerosas raíces en unas obras, las yemas y ramillas pueden morir en corto plazo como respuesta al shock producido, al que le seguirán otros síntomas, pero en numerosas ocasiones los síntomas de decaimiento aparecerán varios años después.
- Desde el punto de vista mecánico, todo dependerá del grado de alteración radicular y del estado del sistema radicular preexistente. Una alteración severa puede producir la caída de los ejemplares dañados.

REACCIÓN DEL ÁRBOL

- Cuando se lesionan raíces por obras, a menudo se desarrollan rebrotes en el tronco y en las ramas, a la vez que se produce un decaimiento de copa. Estos rebrotes son un síntoma de estrés ocasionado por las obras.
- A nivel radicular, cuando se realizan cortes o daños, es frecuente que se generen nuevas raíces a partir de las viejas, pero difícilmente se recuperará el anclaje perdido.

ELEMENTOS AGRAVANTES DEL DEFECTO O ANOMALÍA

- El corte de raíces de anclaje en árboles que han perdido su compartimento central.

PREVENCIÓN DEL PROBLEMA Y POSIBLES TRATAMIENTOS

- Sólo es posible la prevención a través de la cooperación entre las distintas áreas municipales y empresas con competencias en el espacio urbano, a través de un adecuado diseño de dicho espacio y la ejecución de obras respetuosas con el arbolado.
- Las actuaciones de reducción del riesgo dependerán del estado previo del sistema radicular y de la gravedad de los cortes.
- La inspección visual puede hacer sospechar que un terreno próximo a un árbol ha sido alterado, pero en la mayoría de las ocasiones únicamente se tratará de dudas razonables sin confirmar. La confirmación de daños aparecerá por otros síntomas visibles como el decaimiento de la copa o la emisión de rebrotes.

GRADO DE AFECCIÓN APARENTE EN MADRID

- Muy común en Madrid.

POSIBLES CONFUSIONES

- Se trata de un motivo de sospecha de que puede haber un problema, pero ciertamente es posible que no exista tal problema.

INFORMACIÓN ADICIONAL

- La testificación instrumental en la mayoría de los casos no podrá evaluar el alcance de los daños ocasionados por obras, a menos que se desarrolle pudrición pasados varios años.

BIBLIOGRAFÍA

- BARTHÉLÉMY, D. et al. (1995). Modelisation et simulation de l'architecture des arbres bilan et perspectives. Rev. For. Fr. XLVII - n° sp. 1995
- BARTHÉLÉMY, D., CARAGLIO, Y. (2007). Plant Architecture: A Dynamic, Multilevel and Comprehensive Approach to Plant Form, Structure and Ontogeny. *Annals of Botany* 99 (3): pp. 375-407 19
- BIGSS, A.R. (1992). Responses of angiosperm bark tissues to fungi causing cankers and canker rots. In: *Defense Mechanisms of Woody Plants Against Fungi*.
- BLANCHETTE R.A., BIGSS, A.R. (1992). *Defense Mechanisms of Woody Plants Against Fungi*. Eds. Springer-Verlag (Berlin), 458 pp.
- BON, M. (2004): Guía de campo de los hongos de España y de Europa. Ed. Omega, Barcelona, 351 pp.
- BUTIN, H. (1995); *Tree diseases and disorders: causes, biology and control in forest and amenity trees*. Oxford, UK, Oxford University Press, 252 pp.
- CALAZA MARTÍNEZ, P., IGLESIAS DÍAZ, M.L. (2012). Evaluación de riesgo del arbolado peligroso: Principios, indicadores y métodos. *Asociación Española de Arboricultura*. 397 pp.
- CODER, K. D. (2010). *Root Strength & Tree Anchorage*. University of Georgia Warnell School of Forestry & Natural Resources monograph publication WSFNR10-19*. 88 pp.
- COSTELLO, R. L. et al.. (2003). *Abiotic disorders of Landscape Plants. A diagnostic Guide*. University of California Agriculture and Natural resources Communication Services. Oakland, California, 242 pp.
- DRÉNOU, C. (2000). La poda de los árboles ornamentales Del por qué al cómo. Ediciones Mundi-Prensa, Pp, 264
- DRÉNOU, C. et al. (2001). Vitalité et solidité de l'arbre : choisir les méthodes de diagnostic. – *Cahiers d'Arbre Actuel*, N° 6, April, pp. 6-60.
- DRÉNOU, C. et al. (2006). Les Racines, Face cachée des arbres. Institut pour le Développement Forestier CNPPF. Paris, Pp, 335
- DUJESIEFKEN, D., LIESE, W. (2008). *Das CODIT-Prinzip - von Bäumen lernen für eine fachgerechte Baumpflege*. Haymarket Media, Braunschweig, Germany, 160 pp
- DUJESIEFKEN, D., LIESE, W. (2011). The CODIT Principle- New Results About Wound Reactions Of Trees. *Arborist News Magazine*, Vol. 20 no 2, April, pp. 28-30.
- ENCINAS, O., DANIEL, J. (1995). Wood cell wall biodegradation by the blue stain fungus *Botryodiplodia thebromae* (Pat). *Mat. Org.* 29, pp 255-272.
- ENCINAS, O., DANIEL, J. (1997). Degradation of the gelatinous layer in aspen and rubber wood by blue stain fungus *Lasiodiplodia thebromae*. *IOWA J.* 18, pp. 107-115.
- FALCÓN, A., 2008. Espacios verdes para una ciudad sostenible. Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión. Gustavo Gili, Barcelona. 175 pp.
- GILMAN, E.F. (1997). *An illustrated Guide to Pruning*. Delmar. Thomson Learning Inc.. USA, 330 pp.
- HALLÉ, F. (2010). *Arquitectura de los árboles*. Jornadas técnicas de la Asociación Iberomacaronésica de Jardines Botánicos, Madrid, 21 octubre.
- HARMAN G. E., (2006). Overview of Mechanisms and Uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology* Vol. 96, No. 2, pp. 190-194.
- IGUIÑIZ AGESTA G. (2005). *Apuntes de Plantación, Poda y Gestión Estructural del Arbolado Urbano*. Cuadernos de Arboricultura N° 1. Asociación Española de Arboricultura, Valencia, 40 pp.
- IGUIÑIZ AGESTA, G. (2001). Estudio de las cavidades presentes en los plátanos de Sevilla. Agentes biológicos implicados. *Asesores Arboristas y Área de Obras Públicas de Sevilla (Inédito)* , Noviembre, 28 pp.
- IGUIÑIZ AGESTA, G. (2001). Estudio de los daños estructurales de los plátanos de Sevilla. Agentes Biológicos implicados. *Asesores Arboristas (Inédito)* , Octubre, 55 pp.
- INTINI, M.G. (1990).- *Funghi. Caratteristiche e ambienti di vita di macromiceti lignicoli delle zone temperate e tropicali*. Ed. IT-COMM. Firenze. 234 pp.
- LONSDALE, D (2000) *Hazard from Trees. A General Guide*. Forestry Commission, Edinburgh. 28 pp.
- LONSDALE, D. (1999). *Principles of tree hazard assessment and management*. Forestry Commission Research for Amenity Trees No. 7. Norwich, England: Her Majesty's Stationary Office, 388 pp.
- LULEY, C.J., (2006). Identifying Wood Decay and Wood Decay Fungi in Urban Trees. *Arborist News Magazine*, Vol. 15 No. 2, April, pp. 12-18.
- MADDEN, J. L., COUTTS, M. P. (1979). The role of fungi in the biology and ecology of woodwasps (Hymenoptera: Siricidae). In: *BATRA, L.R. (ED.). Insect-fungus symbiosis*. Allenhead, Osmun, Montclair, New Jersey, pp. 165-174.
- MATHENY, N.P., CLARK J.R. (1994). *A photographic Guide to de Evaluation of Hazard Trees in Urban Areas*. Second edition. International Society of Arboriculture, Savoy, IL, 85 pp.
- MATTHECK, C. Y BRELOER, H. (1994). *The body language of trees: a handbook for failure analysis*. London (United Kingdom). Norwich, England: Her Majesty's Stationary Office, 240 pp.
- MINNESOTA DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES, and USDA FOREST SERVICE (1996). *How to Recognize Hazardous Defects in Trees*. USDA Forest Service NA-FR-01-96, 20 pp.
- MORENO G. et al., (1986). *La guía de Incafo de los hongos de la península Ibérica*. Ed. Incafo, Madrid, 1276 pp.
- MUÑOZ LÓPEZ C. et al. (2003). *Sanidad Forestal. Guía en imágenes de plagas, enfermedades y otros agentes presentes en los montes*. Mundi-Prensa, Madrid, 576 pp.
- PASSOLA, G. (2011). *Hongos xilófagos que viven en los árboles*. E. Círculo Rojo, 134 pp.
- PEARCE, R.B. & WOODWARD, S. (1986). Compartmentalization and reaction zone barriers at the margin of decayed sapwood in *Acer saccharinum* L. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 29, pp 197-216.
- PEGG, G.F., AYRES, P.G. (1987). *Symposium of the British Mycological Society*. Cambridge University Press, New York, 430 pp.
- POKORNY, J. D. et al. (1992). *Urban Tree Risk Management. A Community Guide to Program Design and Implementation*. USDA Forest Service . Northeastern Area State and Private Forestry. St. Paul, MN. NA-TP-03-03, 194 pp.
- POTTLE, H.W. & SHIGO, A.L. (1975). Treatment of wounds on *Acer rubrum* with *Trichoderma viride*. *Eur. J. For. Path.*, 5, pp 274–279.

- POTTLE, H.W. et al. (1977). Biological control of wound Hymenomycetes by *Trichoderma harzianum*. *Plant Disease Reporter* 61, pp 687–690.
- RAIMBAULT, P. (1995). Physiological diagnosis. The tree in its various states: diagnosis and architectural training. The Proceedings of the Second European Congress in Arboriculture. Versailles, 26-30 September.
- RAIMBAULT, P. et al. (1995) et al. La gestion des arbres d'ornement. 2e partie. Les principes de la taille longue moderne. *Revue Forestière Française*. Vol. XLVII, pp. 7-38
- RAIMBAULT, P., TANGUY, M. (1993) et al. La gestion des arbres d'ornement. 1e partie. Une méthode d'analyse et de diagnostic de la partie aérienne. *Revue Forestière Française*. Vol. XLV - 2- pp. 97-117
- ROLOFF, A. (1993) Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung ausgewählter Baumarten der gemäßigten Breiten. Ed. Sauerländer, 258 pp.
- ROLOFF, A. (2001). Baumkronen. In: Verstandnis, Zusammenhänge und Anwendung [Tree Crowns. Understanding, Relationships and Applications]. Ulmer Verlag, Stuttgart, 64pp.
- ROMANYK, N., CADAHIA D. (1992). Plagas de insectos en las masas forestales españolas. Segunda Edición Corregida. Ed. Ministerio de Medio Ambiente. 342 pp.
- ROSS, W.D. (1976). Relation of aspen root size to infection by *Ganoderma applanatum*. *Canadian Journal of Botany*. Vol. 54 No8, pp. 745-752.
- SANIEWSKI, M., UEDA, J., MIYAMOTO, K., HORBOWICZ, K., PUCHALSKI, J. (2006). Hormonal control of gummosis in Rosaceae. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 14 (Supplement 1), pp. 137-144.
- SCHMIDT, O. (2006). *Wood and Tree Fungi Biology, Damage, Protection, and Use*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 334 pp.
- SCHUBERT, M., FINK, S. & SCHWARZE, F.W.M.R. (2008a). In vitro screening of an antagonistic *Trichoderma* strain against wood decay fungi. *Arboricultural Journal* 2008, Vol. 31, pp. 227–248.
- SCHUBERT, M., FINK, S. & SCHWARZE, F.W.M.R. (2008b). Field experiments to evaluate the application of *Trichoderma* strain (T-15603.1) for biological control of wood decay fungi in trees. Part II. *Arboric. Journal*, 31, pp. 249–268. *Arboricultural Journal* 2008, Vol. 31, pp. 249–268.
- SCHUBERT, M., FINK, S. & SCHWARZE, F.W.M.R. (2008c). Evaluation of *Trichoderma* spp. as a biocontrol agent against wood decay fungi in urban trees. *Biological control* 45, 111–123.
- SCHWARZE, F.W.M.R. (2007). Wood decay under the microscope. *Fungal Biology Reviews* 21, pp. 133-170.
- SCHWARZE, F.W.M.R. (2008). Diagnosis and prognosis of the development of wood decay in urban trees. ENSPEC Pty Ltd., Rowville, Australia, 336 pp.
- SCHWARZE, F.W.M.R., ENGELS, J., MATTHECK, C., (2000). *Fungal Strategies of Wood Decay in Trees*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 185 pp.
- SCHWARZE, F.W.M.R., FERNER, D. (2003). *Ganoderma on Trees - Differentiation of species and studies of invasiveness*. *Arboricultural Journal* 27(1): pp. 59-77
- SCHWARZE, F.W.M.R., FINK, S. (1997). Reaction zone penetration and prolonged persistence of xylem rays in London plane wood degraded by the Basidiomycete *Inonotus hispidus*. *Mycology Research* Vol. 101 No 19, pp. 1207-1214.
- SCHWARZE, F.W.M.R., JAUSS, F., SPENCER, C., HALLAM, C., SCHUBERT, M. (2012). Evaluation of an antagonistic *Trichoderma* strain for reducing the rate of wood decomposition by the white rot fungus *Phellinus noxius*. *Biological Control* Volume 61, Issue 2, May, pp. 160–168.
- SEPTIEN AR CEREDILLO, A. (2010). El papel antagonista de hongos del género *Trichoderma* como agentes de control biológico frente a hongos de pudrición de madera. Caso particular del hongo *Inonotus hispidus*. *La Cultura del árbol*, Nº 59, diciembre, pp. 39-44.
- SHIGO, A. L. (1986a) *New Tree Biology and Dictionary. A New Tree Biology Dictionary: Terms, Topics, and Treatments for Trees and Their Problems and Proper Care*. Shigo and trees Associates. Durham (New Hampshire), 132 pp.
- SHIGO, A. L. (1986b). *A New Tree Biology and Dictionary. Facts, Photos, and Philosophies on Trees and Their Problems and Proper Care*. Shigo and trees Associates. Durham (New Hampshire), 595 pp.
- SHIGO, A.L. (1979). Tree decay: an expanded concept. *Agric. Info. Bull.* No. 419. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 73 pp.
- SHIGO, A.L. (1991). *Modern arboriculture: a systems approach to the care of trees and their associates*. Shigo and trees Associates. Durham (New Hampshire), 424 pp.
- SHIGO, A.L. (1994). *100 Tree Myths*. Shigo and trees Associates. Durham (New Hampshire), 80 pp.
- SHIGO, A.L. (1994). *Arboricultura Moderna Compendio*. Shigo and trees Associates. Durham (New Hampshire), 152 pp.
- SHIGO, A.L.; MARX, H. (1977). Compartmentalization of decay in trees. *Agric. Info. Bull.* No. 405. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 73 pp.
- SINCLAIR, W.A., LYON, H.H., (2005). *Diseases of Trees and Shrubs*. Second edition. Comstock Publishing Associates, a division of Cornell University Press, Ithaca and London, 660 pp.
- SMILEY, E.T. Y FRAEDRICH, B.R. (1992). Determining strength loss from decay. *Journal of Arboriculture* 18 (4), July, pp. 201-204.
- STERKEN, P. (2005). *A guide for Tree-stability analysis*. Ed. Peter Sterken, 60 pp.
- STROUTS, R. G. AND WINTER, T. G. (2000). *Diagnosis of ill-health in Trees*. Second Edition. The Department of the Environment, Transport and the Regions No. 2. Norwich, England: Her Majesty's Stationary Office, 332 pp.
- TOOLE, E. R.; MCCRACKEN, F. I. (1969). Sporophore development and sporulation of *Polyporus hispidus*. *Phytopathology* Vol. 59, 884-885
- TOOLE, E. R.; MCCRACKEN, F. I. (1974). Felling Infected Oaks in Natural Stands Reduces Dissemination of *Polyporus Hispidus* Spores. *Phytopathology* Vol. 64, 265-266
- TORRES JUAN, J. (1993). *Patología Forestal. Principales enfermedades de nuestras especies forestales*. Ed. Mundi-Prensa, 270 pp.
- URBAN, J. (2008). *Up by Roots: Healthy Soils and Trees in the Built Environment*. International Society of Arboriculture, Champaign, Illinois, U.S. 479 pp.
- VILLALVA QUINTANA, S. (2005). *Plagas y enfermedades de jardine*, 2a edición. Mundi Prensa. Madrid, 356 pp.
- WESSOLLY, L., ERG, M. (1998). *Handbuch der baumstatik und baumkontrolle*. Patzer Verlag. Berlin, 270 pp.

Webs:

<http://hort.ifas.ufl.edu/woody/index.shtml>

<http://www.surreytewardens.org.uk/docs/Fungi.pdf>

<http://www.treedictionary.com/DICT2003/shigo/index.html>

<http://www.arbolonline.org/Archivos/3nuevasplagasplatanos.htm> (acceso en noviembre de 2013)

