

C. Completa el siguiente texto sobre la identificación en campo:

Palabras a utilizar: tallos – escamosos – pústulas – chancros.

"Para diferenciar un ataque de fanerógamas parásitas de una infección fúngica, debemos observar la presencia de estructuras visibles. Mientras que los hongos suelen manifestarse mediante la aparición de _____ (polvillo blanco, gris o anaranjado sobre las hojas) o _____ (lesiones hundidas en la corteza), las fanerógamas como la *Cuscuta* se identifican fácilmente por sus _____ volubles de colores vivos enredados en la planta, o el *Orobancha* por sus tallos _____ que emergen directamente del suelo junto a las raíces del hospedador."

1.3. Definición de bacteria. Enfermedades producidas por bacterias. Sintomatología e identificación.

Las bacterias son microorganismos procariotas unicelulares. Son los seres vivos más abundantes del planeta y poseen una extraordinaria capacidad de adaptación. En el ámbito de la patología vegetal, las bacterias fitopatógenas se caracterizan por no poder atravesar de forma activa la cutícula protectora de las plantas.

- Vías de penetración: requieren de aberturas naturales (como estomas, hidatodos o lenticelas) o de microheridas provocadas por insectos, labores de poda, rozaduras o fenómenos meteorológicos adversos (granizo) para acceder a los espacios intercelulares.
- Sintomatología e identificación: una vez en el interior, se multiplican velozmente segregando enzimas que disuelven las paredes celulares. Los síntomas característicos de las bacteriosis incluyen:
 - Podredumbres blandas y acuosas en órganos carnosos, a menudo con un olor pestilente.
 - Necrosis y manchas foliares de aspecto húmedo o "aceitoso", limitadas frecuentemente por las nervaduras de la hoja.
 - Tumores o agallas (como las provocadas por *Agrobacterium tumefaciens* en el cuello y raíces).
 - Marchitamientos vasculares repentinos por el taponamiento de los conductos de savia.

1.4. Definición de virus. Enfermedades producidas por virus. Sintomatología e identificación.

Los fitovirus son entidades infecciosas submicroscópicas constituidas por material genético (ARN o ADN) recubierto por una cápsula de proteínas. Son parásitos intracelulares, lo que significa que carecen de metabolismo propio y necesitan adueñarse de la maquinaria celular de la planta para poder multiplicarse.

Al no tener movilidad ni capacidad de penetración, dependen exclusivamente de heridas mecánicas (herramientas de poda contaminadas) o de vectores biológicos (insectos picadores-chupadores como pulgones o moscas blancas, ácaros y nematodos) para pasar de una planta enferma a una sana.

Los síntomas en la planta pueden confundirse con carencias nutricionales. Destacan los mosaicos (patrones de manchas claras y oscuras en las hojas), el enanismo severo, las deformaciones y rizaduras del follaje, y las alteraciones o "roturas" del color normal en los pétalos de las flores.

Para saber más

Actualmente no existen productos fitosanitarios con acción viricida para curar plantas infectadas. Las estrategias de lucha se basan exclusivamente en la prevención: control estricto de los insectos vectores y destrucción inmediata de las plantas enfermas.

Los síntomas que permiten identificar las principales enfermedades causadas por virus son los siguientes:

ENFERMEDAD / VIRUS CAUSANTE	CARACTERÍSTICAS	SÍNTOMAS
Amarillez letal de la palmera (<i>MLO</i>)	Enfermedad transmitida por el hemíptero conocido popularmente como "saltón de las palmas" (<i>Myndus crudus</i>).	Las frondas pierden turgencia, tornándose quebradizas y adquiriendo una coloración amarillenta antes de completar su desecación total.
Moteado de las venas del clavel (<i>CVMV</i>)	Se transmite mediante contacto entre especímenes, herramientas de trabajo infectadas e insectos picadores-chupadores.	Deformidades foliares con clorosis asociada. Provoca una disminución en la producción de flores, enanismo y focos de necrosis tisular.
Mosaico de la dalia (<i>DMV</i>)	Enfermedad causada por un virus específico cuya dispersión recae fundamentalmente en insectos vectores de tipo pulgón.	Patrones de mosaico foliar (alternancia de zonas verde claro y oscuro), clorosis y una merma significativa en el crecimiento general del ejemplar.
Mancha anular del hibisco (<i>HCRSV</i>)	Específico del género Hibiscus. Se propaga mediante contacto directo y el uso de instrumental de poda no desinfectado.	Presencia de clorosis en forma de anillos concéntricos sobre el limbo foliar, acompañada de un desarrollo atrofiado.
Virus latente del clavel (<i>CLV</i>)	Diseminación mecánica por herramientas de poda y contacto entre plantas, además de la acción de pulgones.	Debilitamiento general de la planta, reducción del vigor vegetativo y desarrollo de moteados foliares con ligeras distorsiones estructurales.
Mosaico de la palmera datilera (<i>DPYSV</i>)	Transmisión por semillas, material de corte contaminado e insectos vectores. Prefiere condiciones de humedad alta y temperaturas templadas.	Alteraciones en la arquitectura foliar, incluyendo mosaicos y deformaciones en las palmas, con una reducción notable de la tasa de crecimiento.

<p>Mosaico del lirio (<i>LiMV</i>)</p>	<p>Virus caracterizado por una expresividad sintomatológica variable, desde cuadros leves hasta estados asintomáticos prolongados.</p>	<p>Moteados en el follaje con contrastes cromáticos (verde claro/oscuro), deformaciones, formación de anillos cloróticos, enanismo y reducción del calibre floral.</p>
<p>Mosaico del tulipán (<i>TBV</i>)</p>	<p>Transmitido por vectores (pulgonos) y por vía mecánica mediante instrumental de poda o el contacto entre tejidos enfermos y sanos.</p>	<p>Distorsión foliar (encrespamientos y arrugas), además de una reducción severa tanto en la capacidad de floración como en la altura final de la planta.</p>

2. Características generales sobre plagas.

Al abordar la sanidad de una zona verde, es preciso trazar una línea divisoria entre las enfermedades (provocadas por patógenos microscópicos que alteran la fisiología) y las plagas. Las plagas están causadas por animales (macroorganismos) que interactúan mecánicamente con la planta, utilizándola como sustento alimenticio o como lugar para completar su ciclo reproductivo.

2.1. Concepto de plaga.

El concepto de plaga tiene un enfoque eminentemente práctico y económico. Se define como plaga a aquella población de animales fitófagos (comedores de plantas) que, debido a unas condiciones ambientales favorables o a la ausencia de enemigos naturales, incrementa su densidad hasta superar un límite tolerable, provocando daños mecánicos, estéticos o económicos inaceptables.

La mera presencia de un insecto fitófago en un jardín no justifica la consideración de plaga ni la aplicación sistemática de tratamientos; el ecosistema debe poseer un grado de tolerancia natural.

2.2. Plagas producidas por animales vertebrados.

Aunque numéricamente son inferiores a los invertebrados, los daños puntuales que originan pueden ser devastadores, sobre todo en parques periurbanos o campos deportivos.

- **Roedores:** animales como ratones, ratas o topillos, caracterizados por poseer incisivos de crecimiento continuo. Causan graves daños al roer bulbos, raíces y la corteza basal de los árboles (descortezamiento en anillo), lo que interrumpe la circulación de savia y mata al ejemplar.
- **Lagomorfos:** conejos y liebres son muy perjudiciales en plantaciones jóvenes, devorando brotes tiernos y cortando limpiamente plántulas a ras de suelo.
- **Aves:** especies como palomas, cotorras o estorninos dañan las áreas verdes al consumir semillas (problema grave en la siembra de céspedes), picotear frutos y acumular excrementos (guano) altamente corrosivos y fitotóxicos sobre las hojas.

2.3. Plagas producidas por artrópodos (insectos, ácaros, miriápodos).

Es el filo animal más numeroso e importante en sanidad vegetal. Se caracterizan por poseer un esqueleto externo (exoesqueleto) compuesto de quitina y apéndices articulados. Se dividen en varias clases:

A. Insectos

Constituyen la principal amenaza. Su cuerpo se divide en tres partes (cabeza, tórax y abdomen) y en estado adulto poseen tres pares de patas. Según el daño que originan por la conformación de su aparato bucal, se dividen en:

- Masticadores: provistos de mandíbulas fuertes (orugas de mariposa, escarabajos, saltamontes). Arrancan y trituran los tejidos, dejando mordeduras evidentes, defoliaciones y esqueletización de las hojas.
- Picadores-chupadores: su aparato bucal es un estilete que introducen en los vasos conductores para succionar la savia (pulgones, moscas blancas, cochinillas). Debilitan la planta, transmiten virus y segregan una melaza azucarada sobre la que prolifera el hongo de la negrilla.



Cochinilla

- Minadores y barrenadores: las larvas viven en el interior del vegetal. Los minadores excavan galerías superficiales bajo la epidermis de la hoja, mientras que los barrenadores (como el picudo rojo) perforan túneles profundos en la madera o estípites.

B. Ácaros

Arácnidos diminutos que poseen cuatro pares de patas en fase adulta y un cuerpo fusionado en dos regiones. Se ven favorecidos por ambientes muy secos y calurosos. La *araña roja* es la especie más dañina; vacía las células de las hojas provocando un punteado amarillento y tejiendo finas telarañas cuando la infestación es grave.

C. Miriápodos

Ciempíes y milpiés. Aunque la mayoría son depredadores útiles o descomponedores de materia orgánica, en sustratos con excesiva humedad algunas especies pueden atacar las raíces tiernas y los bulbos.



Milpiés

2.4. Plagas producidas por gusanos.

En fitopatología, este término hace referencia a los nematodos. Son gusanos microscópicos de forma cilíndrica y no segmentada que viven en la película de agua del suelo.

- Daños: provistos de un estilete bucal, perforan las raíces para alimentarse. El género "*Meloidogyne*" provoca una multiplicación celular descontrolada en las raíces, generando unos abultamientos característicos llamados agallas o nódulos.
- Identificación: la parte aérea de la planta muestra síntomas de deficiencia hídrica y nutricional (marchitez diurna, raquitismo, amarilleo) al tener su sistema radicular colapsado. Además, sus heridas facilitan la entrada a hongos vasculares.

2.5. Plagas producidas por moluscos.

Grupo representado fundamentalmente por caracoles y babosas (gasterópodos). Poseen un cuerpo blando y necesitan de un alto grado de humedad ambiental, por lo que su actividad se restringe a la noche o a días muy lluviosos.

Raspan los tejidos con una estructura bucal dentada (rádula), dejando mordeduras grandes e irregulares en las hojas bajas y brotes tiernos. Su síntoma inequívoco es el rastro brillante de mucosidad (baba) que dejan al desplazarse sobre el suelo y el follaje.

Recuerda

Las plagas causan daños mecánicos directos (mordeduras, galerías, succiones), mientras que las enfermedades interfieren subrepticamente en el metabolismo interno de la planta.

ACTIVIDAD 4

A. Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

1. Las fanerógamas parásitas, al carecer de clorofila, necesitan utilizar raíces modificadas llamadas haustorios para extraer la savia de la planta hospedadora.
2. Los virus vegetales pueden combatirse eficazmente aplicando productos químicos fitosanitarios con acción viricida sistémica.
3. Un insecto se distingue anatómicamente de un ácaro en que el insecto posee cuatro pares de patas y el ácaro posee tres pares.
4. Los nematodos fitopatógenos atacan el sistema radicular produciendo unos abultamientos característicos llamados agallas o nódulos.

B. Completa las siguientes frases con las palabras adecuadas:

Palabras: Exoesqueleto – Picadores-chupadores – Ectoparásitos – Melaza – Rádula

1. Los hongos _____ desarrollan su micelio por el exterior de la epidermis de la hoja, como ocurre en el caso del oídio.
2. Los artrópodos poseen una cubierta exterior dura formada fundamentalmente por quitina, que recibe el nombre de _____.
3. Los moluscos (caracoles y babosas) raspan los tejidos vegetales utilizando una estructura bucal dentada denominada _____.
4. Los insectos _____, como los pulgones, introducen su estilete en el floema para alimentarse y son los principales vectores de virus vegetales.
5. Al succionar un exceso de savia, las cochinillas y moscas blancas excretan una sustancia azucarada llamada _____, sobre la cual se desarrolla el hongo de la negrilla.

C. Relaciona el tipo de plaga o patógeno con la característica o daño que lo define.

1. Roedores	A. Arácnidos diminutos que prosperan en ambientes muy secos y calurosos, causando punteado clorótico.
2. Ácaros	B. Insectos con mandíbulas fuertes que arrancan tejidos, originando defoliaciones y esqueletización.
3. Masticadores	C. Mamíferos con incisivos de crecimiento continuo que pueden causar descortezamientos en anillo en los troncos.
4. Bacterias	D. Microorganismos que penetran por heridas o estomas y provocan podredumbres blandas y acuosas.

3. Características generales sobre alteraciones fisiológicas.

El estado sanitario de un vegetal no solo se ve amenazado por la presencia de patógenos o plagas. Con gran frecuencia, las plantas manifiestan síntomas de debilidad, decoloración, deformación o marchitamiento debido a unas condiciones ambientales desfavorables o a un manejo técnico inadecuado. Estas mermas en la salud del jardín, que no tienen un origen parasitario ni infeccioso, son de suma importancia para el profesional, ya que un diagnóstico erróneo puede derivar en la aplicación inútil de productos químicos.

3.1. Concepto de alteración fisiológica.

Una alteración fisiológica (también conocida en patología vegetal como *fisiopatía* o enfermedad no parasitaria) se define como una disfunción biológica o un trastorno en el desarrollo normal de la planta, provocado por la acción continuada de factores físicos, químicos o de manejo ambiental, sin que exista la intervención de ningún organismo vivo patógeno.

A diferencia de las enfermedades infecciosas, las alteraciones fisiológicas presentan dos características diagnósticas fundamentales:

- No son contagiosas: no pueden transmitirse de una planta enferma a una sana, ya que no existe un inóculo o patógeno multiplicándose.
- Afectación generalizada: suelen aparecer de forma repentina y simultánea en muchos ejemplares de la misma zona que están sometidos a las mismas condiciones (por ejemplo, toda una alineación de árboles afectada por una helada tardía).

3.2. Clasificación de los agentes causantes.

Los agentes responsables de provocar fisiopatías en las plantas se agrupan en las siguientes categorías principales:

- Agentes atmosféricos y climatológicos: engloban los desequilibrios originados por las temperaturas extremas, la luz, las precipitaciones anómalas y el viento.
- Agentes contaminantes: derivados de la toxicidad producida por compuestos químicos, gases industriales o fitosanitarios mal aplicados.
- Técnicas culturales: daños originados por errores humanos durante las labores de mantenimiento (podas drásticas, riegos deficientes, compactación por maquinaria).
- Factores derivados del suelo (edáficos): alteraciones provocadas por la estructura del terreno, la retención de agua, desequilibrios nutricionales o el pH.
- Agentes bióticos (no parasitarios): causados por la interacción con otras plantas (como malas hierbas) o por daños mecánicos de la fauna.



Las malas hierbas pueden causar fisiopatías en el jardín

3.3. Agentes atmosféricos.

La vegetación de las zonas verdes es altamente vulnerable a diversos agentes climáticos. Algunas partes estructurales de las plantas, como las copas de los árboles, son especialmente susceptibles a sufrir desperfectos por granizo, nieve, viento o el impacto de un rayo. La resistencia de las plantas a estos factores depende de su morfología, de su anatomía y de la fuerza de sus tejidos, lo que determina su capacidad para soportar las inclemencias del tiempo.

Los principales agentes atmosféricos que causan alteraciones fisiológicas y daños son:

- **Temperaturas:** las plantas son muy sensibles a los cambios térmicos bruscos. Las heladas forman cristales de hielo en su interior, dañando y reventando los tejidos celulares hasta poder causarles la muerte. Además del frío, el calor extremo también las perjudica gravemente, causando deshidratación, quemaduras en los tejidos y dificultando la realización de sus procesos vitales básicos. La resistencia al frío o al calor dependerá siempre del tipo de planta y de las condiciones en las que haya crecido.

Definición

Escarcha

Vapor de agua del aire que pasa directamente del estado gaseoso al sólido (sin pasar por el estado líquido). Se forma cuando la temperatura baja por debajo de 0 °C, creando una capa delgada de hielo sobre hojas, tallos y frutos.

- **Granizo:** formado por piedras de hielo, causa daños mecánicos muy significativos al impactar con gran fuerza sobre hojas, brotes, flores y frutos. Estos daños varían desde pequeñas heridas puntuales hasta la destrucción completa de los tejidos vegetales (cuanto mayor sea el diámetro del granizo, mayor será el destrozo). Las plantas con hojas grandes y tiernas, o aquellas con una corteza fina en el tronco, son las más vulnerables. La etapa de desarrollo también influye: los árboles jóvenes con brotes nuevos son mucho más sensibles que los ejemplares adultos. Las heridas causadas por los impactos debilitan al árbol y facilitan la entrada masiva de patógenos oportunistas.
- **Nieve:** este elemento puede convertirse en una seria amenaza estructural. El peso acumulado de la nieve sobre las ramas y el tronco ejerce una presión enorme que a menudo excede la resistencia mecánica de la madera, provocando roturas severas en ramas con ángulos agudos o debilidades previas (pudiendo llegar a derribar árboles enteros). Además, las ramas dobladas por el sobrepeso pueden quedar con una curvatura permanente. Otro problema derivado es la desecación de las yemas: cuando la nieve se derrite y vuelve a congelarse rápidamente sobre los tejidos, causa graves daños por congelación. Los ejemplares jóvenes o aquellos con asimetrías estructurales son siempre los más afectados.
- **Lluvia:** un exceso de precipitaciones, o un mal drenaje del terreno, satura los poros del suelo y reduce drásticamente el oxígeno disponible para las raíces. Esta falta de oxígeno se conoce como "asfixia radicular" y provoca la pudrición del sistema de anclaje, haciendo a la planta muy susceptible a enfermedades fúngicas como el mal del pie. Los síntomas aéreos del encharcamiento incluyen hojas amarillentas o marrones, caída prematura del follaje y un crecimiento totalmente atrofiado.
- **Sequía:** la escasez de agua desencadena un estrés hídrico que reduce la turgencia celular (las hojas se marchitan y cuelgan). La sequía paraliza la fotosíntesis, deteniendo el desarrollo del vegetal y provocando bordes secos y enrollados en las hojas. Las plantas

adaptadas a climas secos se defienden de esto desarrollando raíces pivotantes profundas, hojas más pequeñas o cubiertas foliares cerosas para evitar la evaporación.

- Viento: actúa como un agente mecánico de tensión constante. Puede arrancar flores y frutos, o llegar a partir ramas y troncos enteros. Además, somete a la planta a un estrés fisiológico severo al aumentar drásticamente su tasa de transpiración foliar. Si el suelo está seco, el viento fuerte deshidrata a la planta de forma letal. Igualmente, el viento actúa como un vector incontrolable que disemina partículas de polvo, polen, insectos y esporas de hongos fitopatógenos a grandes distancias.
- Rayos: las potentes descargas eléctricas naturales liberan una cantidad de energía devastadora. Un rayo puede carbonizar los tejidos, fragmentar el tronco desde su interior mediante explosiones de savia hervida e incluso iniciar incendios. Los terrenos húmedos, al ser mejores conductores eléctricos, agravan el daño radicular. Los árboles altos y aislados son el objetivo principal, por lo que en ejemplares de alto valor patrimonial o monumental suele ser necesaria la instalación de sistemas pararrayos.
- Luz solar: un exceso de insolación, sumado a altas temperaturas, provoca quemaduras blanquecinas en hojas y partes tiernas (muy común en plantas de sombra expuestas de golpe a pleno sol). Por el contrario, la escasez de luz provoca un síndrome de etioliación (ahilamiento), dando lugar a plantas débiles, con tallos muy largos, delgados, frágiles y hojas pálidas.

Recuerda

Para prevenir y minimizar los daños que crean los distintos agentes atmosféricos, es fundamental seleccionar especies vegetales adaptadas a las condiciones climáticas locales de la zona donde se ubique el jardín.

Para anticiparse a todos estos problemas, el profesional debe consultar continuamente las estaciones meteorológicas a su alcance, interpretar los siguientes parámetros y actuar para prevenir daños:

- Temperatura: consultar las máximas y mínimas para identificar olas de frío o calor, y utilizar los datos para predecir los ciclos biológicos de las plagas.
- Humedad relativa: vigilar los niveles altos continuados, ya que son el detonante principal de las infecciones fúngicas.
- Precipitación: registrar la frecuencia para programar riegos o prevenir la asfixia radicular por acumulación en el terreno.
- Viento: analizar su velocidad y dirección para prever roturas y paralizar aplicaciones fitosanitarias que puedan derivar a otras zonas.
- Luz solar: registrar las horas de insolación para evaluar si el nivel fotosintético será el adecuado para el desarrollo de la especie.
- Nieve y granizo: prever las tormentas para poder proteger plantas jóvenes o entutorar ramas con riesgo de fractura.



La nieve y el granizo pueden causar daños en las plantas, por bajas temperaturas y roturas de ramas

ACTIVIDAD 5

A. Relaciona los siguientes conceptos con su definición correspondiente:

1. Alteración fisiológica	A. Elementos del entorno físico que, sin tener vida, impactan negativamente en el metabolismo vegetal (luz, temperatura, agua, pH).
2. Agentes abióticos	B. Variables climáticas (heladas, granizo, radiación solar excesiva) que superan los límites de tolerancia de la especie.
3. Factores meteorológicos	C. Perturbación del funcionamiento normal de la planta provocada por factores ambientales o físico-químicos, sin la intervención de un patógeno vivo.
4. Agentes causantes	D. Grupo heterogéneo de condiciones, tanto ambientales como de manejo del suelo, que desencadenan una patología no infecciosa.

B. Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

1. La carencia o exceso de luz provoca respuestas fisiológicas como el ahilamiento o las quemaduras foliares.
2. Un pH del suelo inadecuado no afecta a la absorción de nutrientes, ya que las plantas pueden adaptarse a cualquier nivel de acidez.
3. El granizo provoca daños mecánicos directos (heridas en tallos y hojas) que pueden servir como puerta de entrada a patógenos secundarios.
4. Las alteraciones fisiológicas pueden contagiarse de una planta sana a una enferma mediante contacto directo.

C. Completa el siguiente texto con las palabras adecuadas:

Palabras: estrés – nutrición – estructura – factor – fortaleza - esponjosidad

Cuando una planta se somete a condiciones de _____ hídrico, el sistema radicular no puede mantener la turgencia celular, provocando un marchitamiento visible. Por otro lado, un desequilibrio en la _____, ya sea por falta de elementos esenciales o por toxicidad de otros, interfiere directamente con los procesos metabólicos de la planta. La _____ del suelo (compactación o falta de aireación) es un factor crítico, ya que una mala oxigenación radicular deriva casi siempre en procesos de asfixia y necrosis."

3.4. Agentes contaminantes.

La contaminación ambiental, especialmente en jardinería urbana e industrial, provoca alteraciones letales en el crecimiento, el desarrollo fisiológico y la supervivencia de los vegetales, poniendo en riesgo la viabilidad de cualquier proyecto paisajístico.

Los agentes contaminantes más importantes de las zonas verdes son los siguientes:

CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS	
Partículas en suspensión	Materiales como el polvo ambiental o el hollín se depositan sobre el follaje taponando los estomas. Esto bloquea la transpiración y el intercambio de gases, además de generar abrasiones mecánicas en la epidermis foliar.
Metales pesados	Elementos tóxicos como el mercurio, cadmio o plomo penetran y se almacenan en los tejidos aéreos, desencadenando toxicidad interna y bloqueando funciones metabólicas esenciales.
Ozono troposférico	Actúa como un gas altamente oxidante que corroe el tejido celular. Sus síntomas incluyen la merma de la capacidad fotosintética, un crecimiento raquítrico y la aparición de manchas necróticas en las hojas.
Óxidos de azufre y nitrógeno	Derivados principalmente de la quema de combustibles fósiles, estos gases se combinan con la humedad ambiental originando lluvia ácida. Su impacto directo genera clorosis aguda, necrosis y la caída prematura del follaje.
CONTAMINANTES DEL SUELO	
Hidrocarburos, lubricantes, etc.	Los derrames de aceites, combustibles o grasas impermeabilizan el terreno. Esto colapsa el sistema radicular al impedir físicamente que las raíces puedan absorber el agua y los nutrientes necesarios.
Metales pesados	Presentes en el sustrato, estos metales son asimilados directamente por los pelos radiculares, trasladando la toxicidad a todo el sistema vascular y deteriorando la salud general del vegetal.
Fitosanitarios	El uso abusivo o incorrecto de herbicidas, insecticidas o fungicidas contamina la estructura edáfica y los acuíferos subterráneos, alterando la microbiología del sustrato y quemando los ápices radiculares.
Sales de deshielo	En climas fríos, el vertido de cloruros (sales) en calles y aceras para derretir la nieve y el hielo es una práctica común. Estas sales se filtran al suelo circundante, alterando su equilibrio osmótico. La acumulación excesiva de sodio y cloruros en el sustrato provoca una toxicidad directa en las raíces del arbolado de alineación, resultando en la muerte de los bordes foliares, defoliación prematura y, en casos de exposición prolongada, la muerte del ejemplar.

CONTAMINANTES DEL AGUA	
Metales pesados	Al estar diluidos en el agua de riego, estos elementos tóxicos entran de forma inmediata por las raíces, envenenando progresivamente los conductos internos de la planta.
Nutrientes (Eutrofización)	La alta concentración de nitrógeno y fósforo en el agua provoca la proliferación descontrolada de algas en elementos ornamentales (estanques o fuentes), lo que compite y ahoga a la flora acuática instalada.
Compuestos químicos	Sustancias químicas disueltas en el agua de riego sufren bioacumulación en el interior del organismo vegetal, causando toxicidad celular y daños fisiológicos a medio y largo plazo.

Los síntomas visuales más habituales para diagnosticar un cuadro de intoxicación por agentes contaminantes en las plantas son:

- **Clorosis:** amarilleamiento progresivo de las hojas debido a la paralización o destrucción de la síntesis de clorofila.
- **Necrosis:** muerte irreversible de los tejidos, manifestándose como manchas secas, marrones o negras en el limbo foliar o en los márgenes.
- **Enanismo:** bloqueo del crecimiento celular que da lugar a plantas atrofiadas.
- **Deformaciones:** aparición de hojas con los bordes arrugados, enrolladas, asimétricas o fuertemente abarquilladas.
- **Caída prematura de hojas:** defoliación forzada del árbol mucho antes de su ciclo estacional natural.
- **Reducción floral:** pérdida de capacidad para florecer o cuajar frutos viables.
- **Muerte de raíces:** quemaduras químicas en el sistema radicular por acumulación de tóxicos en el sustrato.

Para enfrentarse a las agresiones constantes del entorno contaminado, el reino vegetal ha evolucionado desarrollando una serie de extraordinarios mecanismos de defensa, que se agrupan en cuatro estrategias fundamentales:

- **Barreras físicas:** las plantas emplean la cutícula (una capa cerosa externa impermeable que recubre hojas y tallos) como primera línea de choque para evitar que los líquidos o gases tóxicos penetren. Además, muchas plantas cuentan con "tricomas" (finas vellosidades en el envés de la hoja) que actúan como redes, atrapando las partículas contaminantes del aire e impidiendo que obstruyan los estomas.
- **Mecanismos bioquímicos:** a nivel interno y molecular, los vegetales producen potentes complejos y enzimas antioxidantes. Estos elementos se encargan de neutralizar y descomponer las sustancias químicas invasoras. En el caso de los metales pesados, los compuestos bioquímicos se unen a ellos para secuestrarlos y rebajar su grado de toxicidad.
- **Mecanismos fisiológicos:** destaca la estrategia de la "compartimentalización". Esta técnica consiste en encapsular y confinar los agentes tóxicos en lugares estructurales seguros (como las paredes celulares o las vacuolas), evitando que circulen y destruyan los órganos vitales

de la planta. Asimismo, las raíces pueden segregar compuestos específicos que alteran el pH del suelo circundante para bloquear la absorción de más contaminantes.

- Respuestas a largo plazo: las especies sometidas a estrés crónico desarrollan adaptaciones genéticas de tolerancia. En el sustrato, las "micorrizas" (asociaciones simbióticas de mutuo beneficio entre las raíces y los hongos beneficiosos) son cruciales, ya que el hongo actúa como un filtro biológico externo que impide la entrada de metales pesados a la planta.

Ejemplo

El girasol utiliza un mecanismo fisiológico conocido como *fitoextracción*, por el cual absorbe metales pesados (como el plomo y el cadmio) a través de sus raíces y los bombea para acumularlos en sus tejidos aéreos (tallos y hojas). Esta estrategia le permite tolerar niveles brutales de toxicidad en el suelo y, a su vez, contribuye activamente a descontaminar el medio ambiente.

La capacidad de un vegetal para resistir un escenario contaminante dependerá de su especie y genética, de la concentración del producto químico, del estado nutricional previo de la planta y de las condiciones climáticas del entorno que favorezcan o mitiguen dicha contaminación.

Ejemplo

La aplicación de un herbicida total en un día con fuertes ráfagas de viento provocará un efecto de "deriva", depositando el producto tóxico sobre el césped o los arbustos ornamentales cercanos, causando graves quemaduras químicas en apenas 24 horas.

3.5. Técnicas culturales.

Gran parte de las alteraciones fisiológicas en los jardines son inducidas, involuntariamente, por el ser humano durante las labores de mantenimiento:

- Errores de plantación: enterrar el cuello de la planta por debajo del nivel del suelo provoca invariablemente la pudrición de la base del tronco.
- Podas drásticas y extemporáneas: realizar cortes masivos (desmoches) elimina las reservas de la planta, provoca la aparición de brotes débiles y deja la corteza expuesta a quemaduras solares severas al eliminar la sombra natural de la copa.
- Daños mecánicos: heridas en la base de los troncos provocadas por el uso negligente de desbrozadoras de hilo, que interrumpen el flujo del floema y pueden causar la muerte del ejemplar (anillamiento mecánico).

4. Agentes bióticos.

Aunque en sanidad vegetal el término "biótico" suele referirse a plagas y enfermedades, dentro de las fisiopatías se incluyen los daños funcionales originados por organismos vivos que no actúan como parásitos directos:

- Competencia de malas hierbas: las plantas adventicias compiten agresivamente con las especies ornamentales por el agua, la luz y los nutrientes, provocando en el cultivo raquitismo y amarilleo por inanición.
- Alelopatía: secreción de sustancias bioquímicas tóxicas por parte de algunas raíces o restos vegetales (como las hojas de los nogales o pinos) que inhiben la germinación o el crecimiento de las plantas situadas a su alrededor.
- Estrangulamiento radicular: en árboles plantados en alcorques muy reducidos o mantenidos demasiado tiempo en maceta, las raíces gruesas pueden enrollarse alrededor de la base del tronco, estrangulando los vasos conductores a medida que ambas estructuras engrosan.