

3. Estructura, morfología y anatomía de las plantas.

Las plantas con flor están organizadas en órganos diferenciados, cada uno construido a partir de una combinación característica de tejidos. Esta organización se manifiesta tanto en su morfología externa como en su anatomía interna.

3.1. Organización general del cuerpo de la planta.

Las plantas provistas de raíz, tallo y hojas diferenciados se denominan plantas cormófitas, y constituyen el grupo de mayor interés agronómico. Sus órganos se agrupan en dos grandes conjuntos:

- Órganos vegetativos: la raíz, el tallo y la hoja, encargados del crecimiento y de la nutrición de la planta, y presentes durante toda su vida.
- Órganos reproductores: la flor, el fruto y la semilla, encargados de la formación de nuevas plantas, y presentes solo en determinados momentos del ciclo de vida.

Los órganos vegetativos se reparten entre sí las funciones de anclaje, absorción, conducción y fotosíntesis, de modo que la pérdida o el mal funcionamiento de cualquiera de ellos repercute de inmediato sobre el desarrollo del conjunto de la planta.

El tallo no crece de manera uniforme en toda su longitud, sino a partir de puntos concretos: el meristemo apical, en su extremo, y las yemas axilares, situadas en la base de cada hoja, capaces de originar nuevas ramas cuando las condiciones ambientales o la poda lo favorecen.

Mientras el meristemo apical permanece activo, suele inhibir el desarrollo de las yemas axilares más próximas, un fenómeno conocido como dominancia apical. La poda de la yema terminal elimina esa inhibición y favorece la brotación lateral, un principio que justifica muchas de las decisiones de poda habituales en fruticultura y en jardinería.

3.2. Plantas herbáceas y plantas leñosas.

Una planta herbácea presenta un tallo blando, verde y con escaso o nulo crecimiento en grosor, y suele completar su ciclo de vida en un periodo de tiempo relativamente corto. Según su duración, se distinguen tres grupos:

- Anual: completa todo su ciclo de vida, desde la germinación hasta la producción de nuevas semillas, en una sola campaña, como ocurre en el trigo.
- Bianual: necesita dos campañas para completar su ciclo; acumula reservas en su raíz durante el primer año y florece en el segundo, como ocurre en la zanahoria.
- Perenne: sobrevive varios años consecutivos, rebrotando cada campaña desde su parte subterránea, como ocurre en la alfalfa.

Una planta leñosa, en cambio, desarrolla un tallo endurecido gracias a la actividad del cámbium vascular, que produce año tras año nuevas capas de tejido conductor. Según su porte, se distinguen dos grupos:

- Arbórea: presenta un único tronco principal, leñoso y de porte elevado, del que parten las ramas secundarias, como el naranjo o la encina.
- Arbustiva: presenta un porte menor que el de los árboles y, habitualmente, varios tallos leñosos que se ramifican desde la base o cerca de ella, como la lavanda o el tomillo.



La lavanda posee una estructura arbustiva donde múltiples tallos de consistencia leñosa emergen directamente de la base, formando una mata densa y redondeada.

3.3. Anatomía interna de la raíz.

Una sección transversal de raíz joven muestra, de fuera hacia dentro, varias capas concéntricas de tejido. La epidermis, provista de pelos absorbentes, constituye la zona de contacto directo con el agua y las sales minerales del suelo.

Los pelos absorbentes son estructuras efímeras, que se renuevan constantemente a medida que la raíz avanza por el suelo, y multiplican de forma notable la superficie de contacto disponible para la absorción. En muchas especies, además, la raíz establece una asociación beneficiosa con hongos del suelo, las micorrizas, que amplían todavía más su capacidad de captar agua y nutrientes.

Por debajo de la epidermis se extiende la corteza, formada sobre todo por parénquima, hasta llegar a la endodermis, una capa de células que actúa como frontera con el cilindro central. Sus paredes radiales están reforzadas por la banda de Caspari, impermeable al agua, que obliga a esta a atravesar el interior de las células antes de proseguir su camino.

En el interior del cilindro central se sitúan el xilema y el floema, dispuestos en un patrón radial característico de la raíz, distinto del que presentan en el tallo. Este cilindro central concentra, además, buena parte de la resistencia mecánica de la raíz frente a las fuerzas de tracción del suelo.

De fuera hacia dentro, una sección transversal de raíz joven presenta por tanto las siguientes capas:

- Epidermis con pelos absorbentes: zona de contacto directo con el agua y las sales minerales del suelo.
- Corteza: formada sobre todo por parénquima, ocupa la mayor parte del grosor de la raíz.
- Endodermis: capa que actúa como frontera con el cilindro central, reforzada por la banda de Caspari.
- Cilindro central: alberga el xilema y el floema, dispuestos en un patrón radial.

3.4. Anatomía interna del tallo.

El tallo presenta también epidermis, corteza y un sistema vascular interno, pero con una disposición muy distinta a la de la raíz. En las dicotiledóneas, los haces vasculares se disponen formando un anillo ordenado alrededor de un tejido central, la médula, muy rico en parénquima de reserva.

En las monocotiledóneas, en cambio, los haces vasculares aparecen dispersos por todo el tejido fundamental del tallo, sin formar un anillo reconocible. Esta diferencia anatómica explica, entre otras cosas, por qué las especies leñosas capaces de engrosar su tallo año tras año pertenecen casi todas al grupo de las dicotiledóneas.

La médula del tallo, formada por parénquima de células de paredes delgadas, cumple sobre todo una función de reserva, aunque en ramas de varios años puede quedar parcialmente comprimida o incluso hueca, sin que ello afecte de forma decisiva a la conducción de savia, que transcurre por el anillo vascular externo.

La anatomía interna del tallo permite, por tanto, distinguir con claridad ambos grandes grupos de plantas con flor a partir de un simple corte transversal:

- En dicotiledóneas: haces vasculares en anillo alrededor de una médula central bien diferenciada.
- En monocotiledóneas: haces vasculares dispersos por todo el tejido fundamental, sin médula diferenciada.

Recuerda

La disposición de los haces vasculares en el tallo, en anillo en las dicotiledóneas y dispersos en las monocotiledóneas, junto con el tipo de raíz, pivotante o fasciculada, figuran entre los criterios anatómicos más utilizados para distinguir ambos grandes grupos de plantas con flor.

3.5. Anatomía interna de la hoja.

La hoja está recubierta por una epidermis superior e inferior, ambas provistas de una cutícula que limita la pérdida de agua. Los estomas, encargados del intercambio de gases, se concentran mayoritariamente en la epidermis inferior en la mayoría de las especies.

Entre ambas epidermis se sitúa el mesófilo, dividido a su vez en dos tipos de parénquima: el parénquima en empalizada, formado por células alargadas y muy compactas, especializado en la

fotosíntesis, y el parénquima esponjoso, con abundantes espacios de aire entre sus células, que facilita la difusión de gases hacia los estomas.

La densidad de estomas y el grosor de la cutícula varían de forma notable según el ambiente al que está adaptada cada especie: las plantas propias de climas secos suelen presentar una cutícula más gruesa y un número menor de estomas, mientras que las plantas de ambientes húmedos tienden a presentar el patrón contrario.

Ejemplo

Las hojas de las gramíneas, como el trigo o el maíz, presentan nervadura paralela, con los haces vasculares dispuestos en líneas paralelas desde la base hasta el ápice, mientras que las hojas de la mayoría de las dicotiledóneas, como la judía, presentan nervadura reticulada, ramificada en una red de nervios secundarios.

Estas diferencias anatómicas permiten resumir, de forma esquemática, los principales rasgos que distinguen a las dos grandes clases de plantas con flor:

CARACTERÍSTICA	DICOTILEDÓNEAS	MONOCOTILEDÓNEAS
Tipo de raíz	Pivotante	Fasciculada
Haces vasculares del tallo	En anillo	Dispersos
Nervadura de la hoja	Reticulada	Paralela
Número de cotiledones	Dos	Uno
Piezas florales	Múltiplos de cuatro o cinco	Múltiplos de tres

3.6. Adaptaciones anatómicas al medio.

La anatomía interna de raíz, tallo y hoja no responde únicamente al grupo taxonómico de la especie, sino también al ambiente en el que esta se desarrolla. Según el tipo de ambiente al que están adaptadas, se distinguen varios grupos ecológicos de plantas:

- Xerófitas: adaptadas a la sequía, presentan una cutícula muy gruesa, tejidos de reserva de agua ampliados y una reducción notable de la superficie foliar expuesta a la transpiración.
- Hidrófitas: adaptadas a ambientes muy húmedos o encharcados, presentan a menudo espacios de aire muy amplios en su parénquima, que facilitan la difusión interna de oxígeno hacia tejidos mal aireados por el exceso de agua.
- Halófitas: adaptadas a suelos con un contenido elevado de sales, presentan mecanismos específicos para excluir, tolerar o eliminar el exceso de sal absorbido junto con el agua del suelo.

El conocimiento de estas adaptaciones resulta útil para anticipar el comportamiento de una especie ante condiciones de cultivo poco favorables, como un suelo salino o un riego insuficiente, sin necesidad de esperar a que aparezcan síntomas visibles de estrés.

ACTIVIDAD 3

A. Completa las siguientes frases con las palabras adecuadas:

1. Las plantas provistas de raíz, tallo y hojas diferenciados se denominan plantas _____.
2. Una planta de tallo blando, con escaso o nulo crecimiento secundario, se denomina planta _____.
3. La banda impermeable que rodea las células de la endodermis de la raíz y obliga al agua a atravesar las membranas celulares se denomina banda de _____.
4. En el tallo de una dicotiledónea, los haces vasculares se disponen formando un _____ alrededor de la médula.
5. El tejido de la hoja formado por células alargadas y muy juntas entre sí, especializado en la fotosíntesis, se denomina parénquima en _____.

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

1. En el tallo de una monocotiledónea, los haces vasculares se disponen dispersos, sin formar un anillo ordenado.
2. Los estomas de la hoja se localizan, en la mayoría de las especies, sobre todo en la epidermis superior.

C. Selecciona la respuesta correcta para cada pregunta:

1. La zona de la raíz donde se produce la absorción de agua y sales minerales gracias a los pelos absorbentes es:

- a) La epidermis
- b) La endodermis
- c) El cilindro central

2. El parénquima esponjoso de la hoja se caracteriza por:

- a) Estar formado por células muy compactas sin espacios
- b) Presentar abundantes espacios de aire entre sus células
- c) Carecer por completo de cloroplastos

D. Responde brevemente a las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo se denomina el tejido de la raíz que actúa como frontera entre la corteza y el cilindro central?

4. Las partes de la planta: funciones y características.

Cada órgano de la planta presenta una morfología adaptada a la función concreta que desempeña dentro del conjunto. El reconocimiento de esa relación entre forma y función facilita la interpretación del estado de un cultivo a partir de su aspecto visible.

4.1. La raíz: tipos y funciones.

La raíz cumple funciones de anclaje al sustrato, absorción de agua y sales minerales, y en muchas especies, también de reserva de sustancias nutritivas. Según su morfología, puede clasificarse en varios tipos:

- Raíz fasciculada, formada por numerosas raíces de grosor similar sin un eje principal destacado, propia de las monocotiledóneas, como el maíz.
- Raíz napiforme o tuberosa, engrosada como órgano de reserva, como ocurre en la zanahoria o en la remolacha.
- Raíz adventicia, que se origina a partir de un tallo o de una hoja y no de la raíz embrionaria original, como la hiedra.
- Raíz pivotante, con un eje principal grueso del que salen raíces secundarias más finas, propia de la mayoría de las dicotiledóneas, por ejemplo el girasol.



El desarrollo de la raíz pivotante contribuye a que el girasol mantenga su estabilidad y pueda aprovechar los recursos disponibles en el suelo

El tipo de sistema radicular condiciona, además, decisiones agronómicas concretas: una raíz pivotante profunda tolera mejor un periodo de sequía moderada que una raíz fasciculada superficial, mientras que esta última resulta, en cambio, más eficaz para sujetar el suelo frente a la erosión superficial.

4.2. El tallo: tipos y funciones.

El tallo sostiene a las hojas y a los órganos reproductores, conduce la savia entre la raíz y las hojas, y en algunas especies almacena también sustancias de reserva o realiza fotosíntesis a través de su propia superficie verde.

Determinados tallos se modifican notablemente para cumplir funciones especializadas de reserva o de propagación vegetativa:

- Rizoma: tallo horizontal y subterráneo, que crece enterrado y del que pueden brotar nuevos tallos aéreos y raíces a lo largo de su recorrido, como el lirio.
- Tubérculo: tallo engrosado y rico en almidón, desarrollado como órgano de reserva bajo tierra, por ejemplo la patata.
- Bulbo: tallo muy reducido rodeado de hojas carnosas superpuestas que actúan como reserva nutritiva, como la cebolla.
- Estolón: tallo que crece a ras de suelo y enraíza a intervalos regulares, originando nuevas plantas independientes, como la grama.
- Cladodio: tallo aplanado y de color verde que asume la función fotosintética propia de la hoja, como ocurre en la chumbera o en el espárrago durante su fase de crecimiento vegetativo, por ejemplo el espárrago.

Estas modificaciones son especialmente frecuentes en especies adaptadas a ambientes con escasa disponibilidad de agua o a climas con una estación desfavorable marcada, en los que la planta necesita sobrevivir gracias a reservas acumuladas bajo tierra.

Importante

Aunque a menudo se confunden con raíces por crecer bajo tierra o de forma horizontal, el bulbo, el rizoma, el tubérculo y el estolón son en realidad tallos modificados, ya que conservan yemas capaces de originar una nueva planta completa.

4.3. La hoja: morfología y funciones.

La hoja es el principal órgano fotosintético de la planta y participa también en la transpiración y en el intercambio de gases con la atmósfera. Suele estar formada por un limbo, la parte aplanada y verde donde se concentra la actividad fotosintética, y un peciolo, que la une al tallo.

La identificación de una especie a partir de sus hojas se apoya en varios criterios morfológicos independientes entre sí, que conviene observar por separado en cada ejemplar antes de sacar ninguna conclusión.

Según su disposición sobre el tallo, las hojas se clasifican en:

- Alterna: una sola hoja nace en cada nudo del tallo, y las sucesivas hojas se sitúan a distinta altura, como en el manzano o la higuera.
- Opuesta: dos hojas nacen enfrentadas en el mismo nudo, una a cada lado del tallo, como en la menta o el romero.
- Verticilada: tres o más hojas nacen agrupadas alrededor del mismo nudo, formando un verticilo, como en la adelfa o la madreselva.

Definición

Verticilo

Conjunto de tres o más órganos de una planta (como hojas, flores, pétalos o ramas) que nacen en un mismo nivel o nudo alrededor de un tallo.



La adelfa (izquierda) y la madreselva (derecha) son claros ejemplos de hojas verticiladas

Según su estructura general, es decir, según el número de limbos independientes que presenta cada hoja, se distingue entre:

- Hoja simple: presenta un único limbo indiviso unido directamente al pecíolo, aunque su contorno pueda aparecer recortado, por ejemplo el ciruelo o el peral.
- Hoja compuesta: el limbo se divide en varios folíolos independientes, cada uno con su propio pecíolo corto, insertados sobre un eje común, como ocurre en el rosal o en la judía.

Según la forma general de su limbo, entre las formas más habituales en especies de interés agrario se encuentran:

- Lanceolada: alargada y más estrecha hacia los extremos, con la máxima anchura aproximadamente en la zona central. Presenta una silueta semejante a la punta de una lanza, como en el almendro.
- Ovalada: de contorno semejante a un óvalo, con la máxima anchura generalmente en la zona media y estrechándose hacia ambos extremos, como en el peral.
- Elíptica: alargada, con la máxima anchura en la zona central y estrechándose gradualmente hacia ambos extremos. Su contorno es más equilibrado y redondeado que el de una hoja lanceolada, como en el olivo.
- Acicular: muy estrecha, rígida y puntiaguda, con forma de aguja, como en el pino y otras coníferas.
- Acorazonada: con la base profundamente escotada, formando dos lóbulos redondeados que recuerdan a la silueta de un corazón, como en la hiedra.
- Lineal: muy alargada y estrecha, con los lados aproximadamente paralelos, como en el trigo.

Importante

Aunque las hojas lanceoladas y elípticas pueden presentar un aspecto parecido por ser alargadas y estrecharse hacia los extremos, la hoja lanceolada suele ser más estrecha y puntiaguda, con una forma semejante a una lanza, mientras que la elíptica presenta una silueta más ancha y equilibrada, con los dos extremos más suavemente redondeados.

Según el borde o margen del limbo, un carácter especialmente útil en las claves de identificación, se distingue entre:

- Entero: borde liso y continuo, sin ningún tipo de recorte, como en el olivo.
- Dentado: borde recorrido por pequeños dientes agudos y simétricos, como en el castaño.
- Aserrado: borde con dientes agudos e inclinados hacia el ápice de la hoja, recordando el filo de una sierra, como en el rosál.
- Lobulado: borde recorrido por entrantes y salientes redondeados y profundos, los lóbulos, como en la hoja de la vid o del roble.
- Crenado: borde formado por dientes de contorno redondeado, en lugar de agudo, como en algunas variedades de menta.

En determinadas especies, la hoja se modifica además para cumplir funciones distintas de la fotosíntesis:

- Zarcillo: hoja o parte de ella transformada en un filamento sensible al contacto, que permite a la planta trepar sujetándose a un soporte cercano.
- Catafilo: hoja engrosada y sin función fotosintética relevante, especializada en la reserva de sustancias nutritivas, como las que forman las capas del bulbo.
- Espina foliar: hoja transformada en una estructura punzante, que actúa como defensa frente a herbívoros, como ocurre en los cactus.



Las espinas de los cactus son hojas transformadas que han perdido su función fotosintética y se han especializado en la protección de la planta

ACTIVIDAD 4

A. Completa las siguientes frases con las palabras adecuadas:

1. La raíz engrosada que actúa como órgano de reserva, como ocurre en la zanahoria o en la remolacha, se denomina raíz _____.
2. El tallo horizontal y subterráneo del que pueden brotar nuevos tallos aéreos y raíces a lo largo de su recorrido, como en el lirio, se denomina _____.
3. El tallo muy reducido, rodeado de hojas carnosas superpuestas que actúan como reserva nutritiva, como en la cebolla, se denomina _____.
4. Las hojas que nacen en grupos de tres o más alrededor de un mismo nudo, formando un verticilo, como en la adelfa, presentan una disposición _____.
5. La forma de limbo muy estrecha, rígida y puntiaguda, con forma de aguja, característica del pino y de otras coníferas, se denomina _____.

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

1. El bulbo, el rizoma, el tubérculo y el estolón son en realidad tallos modificados, y no raíces, aunque a menudo se confundan con ellas por crecer bajo tierra o de forma horizontal.
2. El estolón es un tallo que crece en profundidad bajo tierra, engrosado como órgano de reserva de sustancias nutritivas.

C. Selecciona la respuesta correcta para cada pregunta:

1. El tallo aplanado y de color verde que asume la función fotosintética propia de la hoja, como ocurre en la chumbera, se denomina:

- a) Cladodio
- b) Rizoma
- c) Estolón

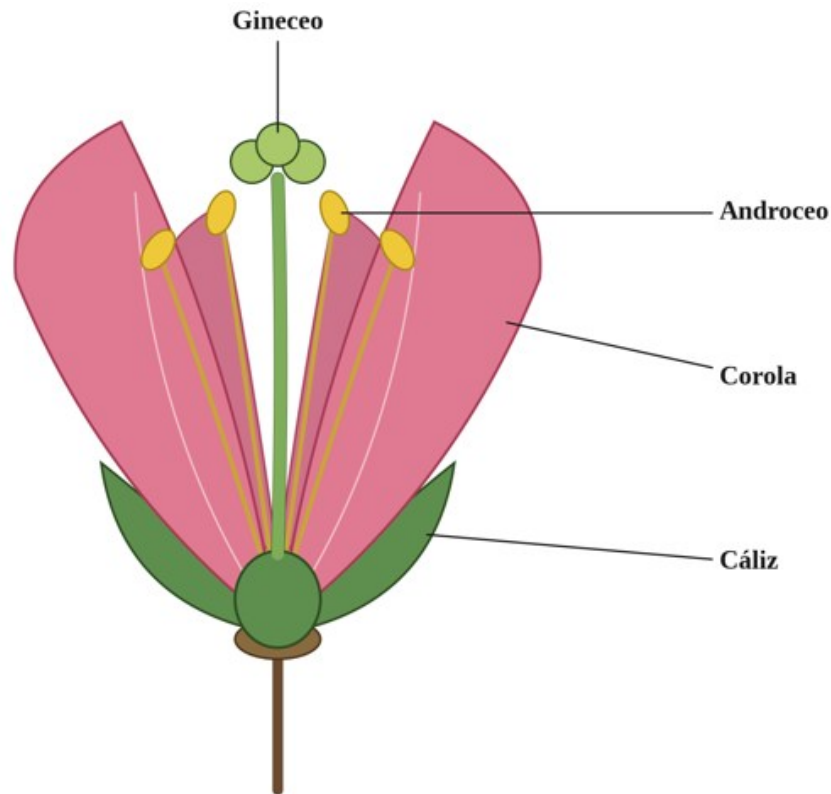
2. Según el borde o margen de su limbo, una hoja cuyo borde está recorrido por dientes agudos e inclinados hacia el ápice, recordando el filo de una sierra, se clasifica como:

- a) Dentada
- b) Aserrada
- c) Crenada

4.4. La flor: estructura y función reproductora.

La flor es el órgano reproductor de las plantas con flor. Una flor completa está formada por cuatro conjuntos de piezas:

- Cáliz: conjunto formado por los sépalos, de color verde en la mayoría de las especies, con función principalmente protectora del resto de la flor.
- Corola: conjunto formado por los pétalos, generalmente de colores llamativos, con función de atracción de polinizadores.
- Androceo: conjunto formado por los estambres, el órgano reproductor masculino de la flor.
- Gineceo: conjunto formado por uno o varios carpelos, el órgano reproductor femenino de la flor.



Estructura de la flor con sus partes principales

El androceo constituye el órgano reproductor masculino y produce el polen, mientras que el gineceo constituye el órgano reproductor femenino y alberga los óvulos en su interior. Una flor que carece de alguna de estas cuatro piezas se denomina flor incompleta.

El polen puede transportarse hasta el estigma del gineceo por medio del viento, en la polinización anemófila, o por medio de insectos y otros animales, en la polinización entomófila. Muchas flores de interés agronómico, atractivas y perfumadas, se han especializado precisamente en atraer a sus polinizadores mediante el color, el aroma o el néctar.

Definición

Inflorescencia

Conjunto de flores agrupadas sobre un mismo eje, dispuestas según un patrón característico de cada especie, en racimo, en espiga o en umbela, entre otros. Muchas plantas de interés agrario, como el trigo o el girasol, no producen flores aisladas, sino inflorescencias completas.

4.5. El fruto y la semilla.

Tras la fecundación, el ovario se transforma en fruto, una estructura que protege a la semilla y favorece su dispersión. Según la consistencia de su pared, se distinguen dos grandes grupos:

- Fruto seco: pared endurecida en la madurez. Se conoce como “dehisciente” si se abre de forma natural para liberar las semillas, y como “indehisciente” si permanece cerrado hasta que la semilla germina o el fruto se descompone.

- Fruto carnoso: pared blanda y jugosa en la madurez, como la baya, con toda la pared carnosa, o la drupa, con un hueso leñoso que envuelve la semilla.

El melocotón es un fruto carnoso con un hueso leñoso

La semilla contiene en su interior el embrión de la futura planta, junto con reservas nutritivas que sostienen su desarrollo inicial, y está protegida por una cubierta externa, el tegumento. El número de cotiledones del embrión, uno en las monocotiledóneas y dos en las dicotiledóneas, constituye uno de los criterios de clasificación más utilizados en botánica.

Algunos ejemplos habituales de fruto carnoso y de fruto seco, de interés agronómico, se recogen en la siguiente tabla:



TIPO DE FRUTO	EJEMPLO
Baya (carnoso)	Tomate, uva
Drupa (carnoso)	Melocotón, aceituna
Legumbre (seco, dehiscente)	Guisante, judía
Cariópside (seco, indehiscente)	Trigo, maíz

La germinación se inicia cuando la semilla absorbe agua del medio, en un proceso denominado imbibición, que reactiva su metabolismo tras un periodo de reposo. A continuación, la radícula emerge en primer lugar y se ancla al sustrato, antes de que el tallo embrionario crezca hacia la superficie en busca de luz.

Ejemplo

Las leguminosas, como el guisante o la judía, presentan una germinación epigea, en la que los cotiledones emergen del suelo junto con el tallo embrionario, mientras que cereales como el trigo presentan una germinación hipogea, en la que el cotiledón permanece bajo tierra y solo la parte aérea de la plántula sale a la superficie.

4.6. Órganos de propagación vegetativa artificial.

Además de la reproducción por semilla, numerosos cultivos se multiplican de forma vegetativa a partir de fragmentos de la propia planta, lo que permite obtener ejemplares genéticamente idénticos al original. Entre las técnicas más utilizadas se encuentran las siguientes:

- Esqueje: fragmento de tallo con al menos una yema, capaz de generar raíces nuevas y dar lugar a una planta completa en condiciones adecuadas de humedad.
- Injerto: une un fragmento de la variedad que se desea cultivar, la púa, sobre el sistema radicular de otra planta ya establecida, el patrón, aprovechando la continuidad del cámbium vascular de ambas partes.
- Acodo: consiste en enterrar o cubrir una parte de un tallo todavía unido a la planta madre hasta que emita raíces propias, momento en el que se separa como planta independiente.
- División de mata: separación de una planta que forma varios tallos o rebrotes desde su base en fragmentos independientes, cada uno con raíces propias.
- Cultivo in vitro: multiplicación de fragmentos muy pequeños de tejido vegetal en condiciones estériles y con un medio nutritivo controlado, empleada para obtener grandes cantidades de plantas libres de patógenos.

El injerto resulta especialmente relevante en fruticultura, ya que la soldadura de los tejidos de púa y patrón permite mantener las características productivas exactas de la variedad injertada, algo que la propagación por semilla no garantiza en la mayoría de las especies frutales.



El injerto es una técnica de propagación vegetativa que une la variedad deseada a un patrón ya enraizado

ACTIVIDAD 5

A. Completa las siguientes frases con las palabras adecuadas:

1. La raíz que presenta un eje principal grueso del que salen raíces secundarias más finas, típica de las dicotiledóneas, se denomina raíz _____.
2. El tallo subterráneo engrosado que actúa como órgano de reserva, como el de la patata, se denomina _____.
3. La parte de la hoja, generalmente aplanada y verde, donde se concentra la mayor parte de la actividad fotosintética, se denomina _____.
4. El conjunto de estambres de una flor, que constituye su órgano reproductor masculino, se denomina _____.
5. La estructura que envuelve y protege a la semilla tras la fecundación, desarrollada a partir del ovario, se denomina _____.

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

1. El gineceo es el órgano reproductor femenino de la flor y está formado por uno o varios carpelos.
2. Todas las hojas de las plantas con flor son simples, es decir, presentan un único limbo indiviso.

C. Selecciona la respuesta correcta para cada pregunta:

1. La raíz fasciculada, formada por numerosas raíces de grosor similar sin un eje principal destacado, es característica de:
 - a) Las dicotiledóneas
 - b) Las monocotiledóneas
 - c) Ninguna de las anteriores
2. El fruto seco que permanece cerrado hasta que la semilla germina o el fruto se descompone, sin abrirse de forma natural para liberar las semillas, se denomina fruto
 - a) Semidehisciente
 - b) Dehisciente
 - c) Indehisciente

D. Responde brevemente a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué nombre reciben las hojas modificadas y coloreadas que forman la corola de una flor?

Caso práctico: identificación en una parcela de cereal.

Rubén trabaja como asesor técnico en una cooperativa cerealista y recibe la visita de un agricultor preocupado porque, en una franja concreta de su parcela de trigo, ha aparecido una mala hierba de porte similar al cereal que no consigue identificar a simple vista.

El agricultor le comenta que había aplicado un herbicida selectivo pocos días antes, pero que la planta problemática sigue presente y de aspecto saludable, mientras que otras malas hierbas de la misma parcela sí han desaparecido tras el tratamiento.

Rubén decide examinar con cuidado la morfología de la planta antes de sacar ninguna conclusión, en lugar de fiarse solo del parecido general con el trigo que rodea la zona afectada.

Observa, en primer lugar, el sistema radicular de un ejemplar arrancado con cuidado: se trata de una raíz fasciculada, sin un eje principal destacado, muy similar a la del propio cereal, lo que confirma que ambas especies pertenecen al mismo gran grupo de plantas con flor.

A continuación, se fija en la disposición de las hojas sobre el tallo y en la nervadura del limbo, que resulta paralela de la base al ápice, un rasgo compartido también con el trigo, por lo que ese carácter tampoco permite distinguir con claridad ambas plantas.

El detalle decisivo aparece al examinar la base de la hoja, en la zona de unión con el tallo: la mala hierba presenta una lígula membranosa muy desarrollada y unas aurículas pequeñas y pilosas, una combinación de rasgos que Rubén reconoce como propia de una especie distinta del trigo, aunque perteneciente a la misma familia botánica.

Rubén explica al agricultor que ese parecido tan cercano entre ambas especies, unido a que pertenecen a la misma familia botánica que el propio cereal, es precisamente la razón por la que el herbicida selectivo aplicado, eficaz contra malas hierbas de hoja ancha, no ha tenido ningún efecto sobre ella.

Le aclara que, para controlar esta mala hierba en concreto, haría falta un producto distinto, formulado específicamente para actuar sobre especies emparentadas con el cereal sin dañar al propio cultivo, y le recomienda consultarlo con el registro de fitosanitarios autorizados antes de aplicar nada nuevo.

El agricultor pregunta a Rubén si podría haber evitado el problema desde el principio, y Rubén le responde que una identificación correcta de la mala hierba antes de elegir el herbicida, en lugar de suponer que se trataba de una especie de hoja ancha habitual en la zona, habría evitado el gasto de un tratamiento ineficaz.

Rubén aprovecha también para revisar con el agricultor el resto de la parcela, y detecta un segundo foco incipiente de la misma mala hierba cerca de un lindero, donde recomienda actuar cuanto antes para evitar que se extienda al resto del cultivo en la campaña siguiente.

Le sugiere además anotar en un cuaderno de campo la fecha y la localización exacta de ambos focos, junto con una fotografía de la planta ya identificada, de modo que la cooperativa disponga de un registro fiable si el problema reapareciera en próximas campañas en otras parcelas de la zona.

Rubén comenta también que informará al resto de técnicos de la cooperativa sobre este caso concreto, ya que varias explotaciones vecinas cultivan la misma variedad de trigo y podrían enfrentarse en los próximos meses a una situación muy similar sin haberla detectado todavía.

Antes de despedirse, Rubén recoge una muestra de la planta para conservarla prensada como referencia, y le comenta al agricultor que disponer de ejemplares ya identificados facilita mucho la resolución de casos parecidos en campañas futuras.

Preguntas:

1. ¿Qué rasgo de la mala hierba examinada por Rubén resultó decisivo para distinguirla del trigo que la rodeaba?
2. ¿Por qué el herbicida selectivo aplicado por el agricultor no tuvo efecto sobre esa mala hierba en concreto?
3. ¿Qué hace Rubén con la muestra de la planta antes de terminar su visita?

Soluciones:

1. La lígula membranosa muy desarrollada y las aurículas pequeñas y pilosas presentes en la base de su hoja.
2. Porque la mala hierba pertenece a la misma familia botánica que el cereal, y el herbicida solo actúa sobre malas hierbas de hoja ancha.
3. La conserva prensada como referencia para futuras identificaciones.

5. Los procesos fisiológicos de los vegetales.

El desarrollo visible de una planta depende de una serie de procesos fisiológicos que transcurren de forma continua en su interior. El conocimiento de su funcionamiento básico resulta indispensable para interpretar correctamente el estado de un cultivo.

5.1. La fotosíntesis.

La fotosíntesis es el proceso mediante el que las plantas transforman dióxido de carbono, agua y energía luminosa en materia orgánica y oxígeno. Se produce en los cloroplastos gracias a la clorofila, un pigmento capaz de captar la energía de la luz solar.

La intensidad de la fotosíntesis depende de varios factores ambientales, de modo que la carencia de cualquiera de ellos puede limitar el crecimiento del cultivo, aunque el resto sean óptimos:

- Cantidad de luz disponible.
- Concentración de dióxido de carbono.
- Temperatura, dentro del rango óptimo de cada especie.
- Disponibilidad de agua, que condiciona la apertura de los estomas.

Una misma especie puede además presentar hojas adaptadas a distinta intensidad luminosa dentro de la propia planta: las hojas expuestas al sol suelen ser más gruesas y con un parénquima en empalizada más desarrollado, mientras que las hojas de sombra, más delgadas, aprovechan mejor la escasa luz disponible en el interior de la copa.

Especies como el maíz o la caña de azúcar emplean una vía fotosintética complementaria a la convencional, más eficiente en condiciones de fuerte insolación y temperatura elevada, lo que explica su notable productividad en climas cálidos.

5.2. La respiración vegetal.

La respiración celular es el proceso por el que las células vegetales degradan la materia orgánica, en presencia de oxígeno, para liberar la energía química necesaria para sus funciones vitales. Tiene lugar principalmente en las mitocondrias y libera dióxido de carbono y agua como productos finales.

A diferencia de la fotosíntesis, que solo ocurre en presencia de luz, la respiración celular se produce de forma continua, tanto de día como de noche, en todas las células vivas de la planta, incluidas las de la raíz y las de los frutos ya recolectados.

Cuando el suelo permanece encharcado durante demasiado tiempo, el oxígeno disponible en torno a la raíz se agota, y las células radiculares se ven obligadas a obtener energía mediante fermentación, un proceso mucho menos eficiente que puede acabar provocando la asfixia y la muerte de la raíz si la situación se prolonga.

La respiración continúa además después de la recolección, ya que la célula vegetal permanece viva durante algún tiempo, motivo por el que la conservación en cámara frigorífica busca precisamente ralentizar ese proceso y prolongar la vida útil del producto.

5.3. La transpiración y el transporte de savia.

La transpiración es la pérdida de agua en forma de vapor a través de los estomas de la hoja. Aunque supone un gasto de agua considerable para la planta, genera la fuerza de succión que impulsa el ascenso de la savia bruta desde la raíz hasta las hojas a través del xilema.

La apertura y el cierre de cada estoma están regulados por un par de células oclusivas, sensibles a factores como la disponibilidad de agua o la intensidad luminosa. La savia elaborada, por su parte, circula por el floema desde las hojas, donde se produce, hacia la raíz, los frutos u otros órganos en crecimiento que la demandan.

Para saber más

Determinadas plantas, como la llamada “mimosa sensitiva”, son capaces de plegar sus hojas de forma casi inmediata al ser tocadas, un movimiento denominado “tigmonastia”, independiente de la dirección del estímulo y mucho más rápido que un tropismo, ya que se debe a cambios súbitos de turgencia en células especializadas de la base de la hoja.

5.4. La nutrición mineral.

Las plantas absorben, junto con el agua del suelo, una serie de nutrientes minerales disueltos, imprescindibles para su desarrollo. Esta absorción se produce a través de los pelos absorbentes de la raíz, y en muchas especies se ve favorecida por la asociación con hongos micorrízicos que amplían la superficie de captación.

Según la cantidad que necesitan, se distingue entre macronutrientes, necesarios en cantidades relativamente grandes, y micronutrientes, necesarios en cantidades muy pequeñas, aunque igualmente imprescindibles para el desarrollo de la planta:

- Macronutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre.
- Micronutrientes: hierro, manganeso, cinc, boro, cobre y molibdeno.

La carencia de un nutriente concreto suele manifestarse mediante síntomas visibles característicos que orientan al técnico hacia el tipo de corrección nutricional necesaria, como la fertirrigación, que incorpora los nutrientes disueltos en el propio agua de riego.

Cada uno de estos nutrientes cumple una función propia y no intercambiable en el metabolismo de la planta, tal como se recoge de forma resumida en la siguiente tabla:

NUTRIENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL EN LA PLANTA
Nitrógeno	Forma parte de las proteínas y de la clorofila; resulta determinante para el crecimiento vegetativo, aunque su exceso retrasa la maduración y favorece un tejido más vulnerable al frío y a las plagas.
Fósforo	Interviene en la transferencia de energía dentro de la célula, favorece el desarrollo radicular desde las primeras fases del cultivo y estimula la floración.
Potasio	Regula la apertura y el cierre de los estomas, mejora la resistencia frente a enfermedades y al estrés hídrico, y favorece el llenado y la calidad final del fruto.
Calcio	Forma parte estructural de la pared celular, a la que aporta firmeza; su carencia provoca alteraciones como la podredumbre apical del tomate.
Magnesio	Constituye el átomo central de la clorofila, imprescindible para la fotosíntesis; su carencia provoca clorosis entre los nervios de las hojas más viejas.
Azufre	Forma parte de determinados aminoácidos y de numerosas proteínas vegetales; interviene en el aroma característico de especies como el ajo o la cebolla.
Hierro	Participa en la síntesis de la clorofila y en la respiración celular; su carencia, frecuente en suelos calizos, provoca la clorosis férrica de las hojas jóvenes.
Manganeso	Activa numerosas enzimas de la fotosíntesis y de la respiración celular; su carencia provoca manchas cloróticas dispersas en las hojas más jóvenes.
Cinc	Interviene en la síntesis de auxinas, por lo que su carencia se traduce a menudo en un acortamiento de los entrenudos y en hojas de tamaño reducido.
Boro	Resulta indispensable para el desarrollo del tubo polínico durante la fecundación; su carencia provoca a menudo un cuajado deficiente del fruto.
Cobre	Interviene en la síntesis de la lignina y en la respiración celular; su carencia debilita la resistencia mecánica de los tejidos de sostén.
Molibdeno	Resulta imprescindible para que la planta asimile el nitrógeno del suelo y para la fijación biológica de nitrógeno atmosférico que realizan las leguminosas.

5.5. El crecimiento y los tropismos.

El crecimiento de la planta se produce mediante la división de células meristemáticas y la posterior elongación de las células ya formadas. Determinadas sustancias reguladoras del crecimiento coordinan estos procesos en respuesta a las condiciones del entorno, entre ellas:

- Auxinas: favorecen la elongación celular y participan en la formación de nuevas raíces, motivo por el que se emplean en el enraizamiento comercial de esquejes.
- Giberelinas: estimulan el crecimiento en longitud del tallo y pueden inducir la floración en determinadas especies.

Un tropismo es un movimiento de crecimiento orientado en función de la dirección de un estímulo externo. Los principales tipos son:

- Fototropismo: orienta el crecimiento hacia la fuente de luz, lo que explica la inclinación de un tallo situado junto a una ventana.
- Geotropismo: orienta el crecimiento en relación con la gravedad, de modo que la raíz crece hacia abajo y el tallo hacia arriba.
- Tigmotropismo: responde al contacto con una superficie de apoyo, presente sobre todo en los zarcillos de especies trepadoras.



Glicinia trepando sobre un muro de piedra, un ejemplo de tigmotropismo en plantas trepadoras.

5.6. La floración y su regulación.

El paso de una planta del estado vegetativo al reproductor, con la aparición de las primeras flores, está regulado en muchas especies por la duración relativa del día y de la noche, un fenómeno conocido como fotoperiodismo. Según su respuesta, una especie se clasifica en:

- Planta de día corto: florece cuando la duración del día desciende por debajo de un umbral determinado, característico de cada especie.
- Planta de día largo: florece cuando la duración del día supera un umbral determinado.
- Planta indiferente al fotoperiodo: florece con independencia del fotoperiodo, en función de su edad o tamaño.

Otras especies requieren haber pasado un periodo prolongado de frío antes de poder florecer, un requisito denominado vernalización, característico de muchos cereales de siembra otoñal.

ACTIVIDAD 6

A. Completa las siguientes frases con las palabras adecuadas:

1. El proceso por el que las plantas transforman dióxido de carbono, agua y energía luminosa en materia orgánica y oxígeno se denomina _____.
2. El proceso por el que las células vegetales degradan la materia orgánica para obtener energía, liberando dióxido de carbono y agua, se denomina _____ celular.
3. La pérdida de agua en forma de vapor a través de los estomas de la hoja se denomina _____.
4. Las células que rodean cada estoma y regulan su apertura y cierre se denominan células _____.
5. El movimiento de crecimiento de una planta en respuesta a la dirección de la luz se denomina _____.

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

1. La respiración celular, a diferencia de la fotosíntesis, se produce de forma continua, tanto de día como de noche.
2. El nitrógeno, el fósforo y el potasio se consideran micronutrientes, ya que la planta los necesita en cantidades muy pequeñas.

C. Selecciona la respuesta correcta para cada pregunta:

1. El movimiento de crecimiento de la raíz hacia el interior del suelo, en el sentido de la gravedad, se denomina:

- a) Fototropismo
- b) Geotropismo positivo
- c) Hidrotropismo

2. Una deficiencia de hierro en el suelo suele manifestarse en la planta como:

- a) Un amarilleamiento (clorosis) de las hojas jóvenes
- b) Un oscurecimiento de la raíz
- c) Una aceleración de la floración

D. Responde brevemente a las siguientes preguntas:

1. ¿Por qué vía se transporta la savia elaborada, rica en azúcares, desde las hojas hasta el resto de la planta?

6. Claves de clasificación botánica.

El reconocimiento seguro de una especie vegetal, entre las miles de especies existentes, exige un sistema de clasificación riguroso y compartido por toda la comunidad científica y técnica. Ese sistema es la taxonomía botánica.

La correcta identificación de una especie condiciona, en último término, la validez de cualquier decisión técnica posterior: la elección de un fitosanitario, el cálculo de una dosis de abonado o la interpretación de un síntoma dependen todos ellos de saber, con seguridad, ante qué especie concreta se está actuando.

6.1. Fundamentos de la taxonomía vegetal.

La taxonomía vegetal clasifica a las especies según sus características morfológicas y genéticas compartidas, agrupándolas en categorías jerárquicas de complejidad creciente. El sistema empleado en la actualidad tiene su origen en la obra del naturalista sueco Carlos Linneo, en el siglo dieciocho.

Antes de Linneo, cada naturalista o cada región empleaba sistemas de clasificación propios y descripciones poco precisas, lo que dificultaba enormemente la comunicación entre botánicos de distintos países. La aportación decisiva de Linneo consistió, precisamente, en fijar un sistema jerárquico y una nomenclatura comunes.

La clasificación clásica, basada en caracteres morfológicos visibles, se complementa hoy con técnicas de análisis genético que permiten confirmar el parentesco real entre especies de aspecto muy parecido, o distinguir especies que, pese a resultar casi idénticas a simple vista, presentan un origen evolutivo distinto.

Los caracteres empleados tradicionalmente en la clasificación morfológica proceden, sobre todo, de tres órganos de la planta:

- La flor, por el número y la disposición de sus piezas.
- La hoja, por su forma, su margen y su disposición sobre el tallo.
- El fruto y la semilla, por su tipo y por el número de cotiledones del embrión.

La combinación de varios de estos caracteres, en lugar de uno solo, reduce de forma notable el riesgo de una identificación errónea, especialmente entre especies emparentadas de aspecto muy similar.

6.2. Las categorías taxonómicas.

Las categorías taxonómicas se organizan de forma jerárquica, desde la más general hasta la más específica, y cada una agrupa a varias de la categoría inmediatamente inferior que comparten rasgos comunes más precisos:

- Reino: la categoría más amplia, que agrupa a todas las plantas dentro del reino Plantae.
- División: agrupa a las plantas según rasgos estructurales muy generales, como la presencia de flores.
- Clase: dentro de una división, agrupa a las plantas según rasgos comunes como el número de cotiledones.
- Orden: agrupa a varias familias emparentadas entre sí por rasgos comunes de mayor precisión.

- Familia: agrupa a varios géneros que comparten rasgos morfológicos y agronómicos característicos, como ocurre con las leguminosas.
- Género: agrupa a varias especies muy próximas entre sí, y constituye la primera palabra del nombre científico.
- Especie: la categoría más concreta, formada por individuos capaces de reproducirse entre sí y dar descendencia fértil.

El tomate cultivado, por ejemplo, pertenece al reino Plantae, a la familia de las solanáceas y al género Solanum, dentro del cual se distingue de otras especies emparentadas, como la berenjena o la patata, por su epíteto específico particular.

La pertenencia a una misma familia botánica permite anticipar, además, ciertas características agronómicas compartidas: las leguminosas, por ejemplo, comparten la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico gracias a la asociación con bacterias específicas de su raíz, con independencia de que se trate de un guisante, una lenteja o una alfalfa.

Recuerda

El orden jerárquico de las categorías taxonómicas, de la más general a la más específica, es: reino, división, clase, orden, familia, género y especie. Cuanto más se desciende en esta jerarquía, mayor es el parecido morfológico y genético compartido por los individuos agrupados en ella.

6.3. La nomenclatura binomial.

La nomenclatura binomial designa a cada especie mediante dos palabras en latín: el nombre del género, con la primera letra en mayúscula, y el epíteto específico, siempre en minúscula. Ambas palabras se escriben en cursiva, como en *Solanum lycopersicum*, el nombre científico del tomate.

Este sistema evita las confusiones que provocan los nombres comunes, que cambian de una región a otra e incluso pueden designar especies distintas en territorios diferentes, y permite a técnicos de cualquier país identificar con exactitud la misma especie.

En ocasiones, el nombre científico incorpora además una tercera palabra para designar una variedad botánica concreta dentro de la especie, un nivel de precisión especialmente útil en el ámbito agronómico, donde variedades de la misma especie pueden presentar comportamientos agronómicos muy distintos entre sí.

La denominación varietal resulta, además, imprescindible en el comercio de semillas y de material vegetal certificado, donde dos variedades de la misma especie pueden diferir de forma notable en su resistencia a enfermedades, en su productividad o en sus necesidades de cultivo.

El registro oficial de variedades comerciales exige, precisamente, una descripción muy precisa de los rasgos distintivos de cada nueva variedad antes de autorizar su comercialización, con el fin de evitar confusiones con variedades ya existentes de la misma especie.

Definición

Flora

En botánica, obra que recopila y describe de forma sistemática todas las especies vegetales presentes en un territorio determinado, y constituye, junto con las claves dicotómicas que suele incluir, una herramienta básica para la identificación de especies silvestres o cultivadas de esa zona.

6.4. Las claves dicotómicas de identificación.

Una clave dicotómica es una herramienta de identificación formada por una sucesión de parejas de proposiciones excluyentes, cada una referida a un carácter observable de la planta. La elección de una de las dos proposiciones conduce a la pareja siguiente, hasta llegar finalmente al nombre de la especie.

Una clave dicotómica bien construida se apoya siempre en caracteres fácilmente observables a simple vista o con una lupa sencilla, evitando en la medida de lo posible caracteres que exijan un equipo de laboratorio especializado.

El uso correcto de una clave dicotómica exige observar con precisión el carácter que se pide en cada paso, ya que un error de apreciación en cualquier punto del proceso conduce, casi siempre, a una identificación final equivocada.

Existen también claves dicotómicas específicas para un único grupo de plantas, como una clave de gramíneas o una clave de árboles y arbustos de una región concreta, que suelen resultar más manejables en el campo que una clave general válida para toda la flora de un territorio extenso.

Antes de emplear una clave dicotómica en el campo, conviene tener en cuenta varias recomendaciones prácticas:

- Recoger una muestra completa del ejemplar, incluyendo hoja, flor o fruto siempre que sea posible, en lugar de un único fragmento aislado.
- Observar cada carácter solicitado sobre varios órganos del mismo ejemplar, ya que un único órgano dañado puede inducir a una lectura errónea.
- Anotar por escrito el camino seguido en la clave, para poder revisar el proceso completo si el resultado final genera dudas.

Ejemplo

Ante una hoja desconocida, una clave dicotómica puede plantear en su primer paso la disyuntiva "hoja simple / hoja compuesta"; si se elige "hoja simple", el paso siguiente podría distinguir entre "margen entero / margen dentado", y así sucesivamente, hasta que la combinación de respuestas conduzca a una única especie compatible con todos los caracteres observados.

6.5. Herbarios y recursos para la identificación.

Un herbario es una colección de ejemplares vegetales secos y prensados, conservados como referencia junto con los datos de su recolección. Permite comparar una planta desconocida con ejemplares ya identificados con seguridad, y constituye una fuente documental imprescindible para la botánica y para la agronomía.

Junto a los herbarios y las floras tradicionales en papel, existen hoy numerosos recursos digitales, bases de datos y aplicaciones de identificación asistida, que complementan, sin sustituir por completo, el criterio del técnico a la hora de confirmar con seguridad una especie dudosa.

La anotación, junto a cada ejemplar prensado, de la fecha, la localización exacta y una fotografía del ejemplar vivo en su hábitat original aumenta notablemente el valor de un herbario como fuente de consulta, ya que muchos caracteres relevantes, como el color de la flor, se pierden o se alteran durante el proceso de secado.

Los grandes herbarios institucionales, custodiados por universidades, jardines botánicos o museos de ciencias naturales, reúnen a menudo cientos de miles de pliegos acumulados a lo largo de generaciones, y constituyen una fuente documental de valor incalculable para el estudio de la evolución y de la distribución histórica de las especies vegetales de un territorio.

Un pliego de herbario bien elaborado debe incluir, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre científico de la especie, si se conoce con seguridad en el momento de la recolección.
- Fecha exacta de la recolección del ejemplar.
- Localización geográfica precisa, incluida la altitud cuando sea relevante.
- Descripción del hábitat donde se encontró el ejemplar y del ambiente en el que vive.
- Nombre de la persona que realizó la recolección e identificación del ejemplar.

Consejo

Antes de aplicar cualquier tratamiento fitosanitario conviene confirmar con seguridad la identidad de la especie implicada, ya sea el cultivo, la mala hierba o la plaga vegetal asociada, puesto que un mismo síntoma visible puede corresponder a especies muy distintas cuyo tratamiento adecuado difiere por completo.



Colección de pliegos de herbario con distintos ejemplares vegetales prensados y sus etiquetas de datos

6.6. La identificación de especies protegidas o invasoras.

La identificación precisa de una especie resulta igualmente decisiva fuera del ámbito estrictamente productivo. Determinadas especies silvestres presentes en el entorno de una explotación cuentan con algún grado de protección legal, lo que condiciona las labores permitidas en las parcelas donde se localizan, especialmente en las inmediaciones de setos, linderos y zonas de vegetación natural no cultivada.

En el extremo opuesto, ciertas especies exóticas introducidas de forma accidental o intencionada se comportan como invasoras, desplazando a la vegetación autóctona y

alterando el funcionamiento del ecosistema agrario local. La confusión entre una especie protegida y una invasora, en cualquiera de los dos sentidos, puede acarrear tanto un perjuicio ecológico como una infracción administrativa evitable con una identificación correcta.

La duda ante un ejemplar de identidad incierta debe resolverse siempre antes de actuar sobre él, recurriendo si es necesario a una clave dicotómica, a una flora regional o a la consulta con un técnico

especializado, en lugar de asumir que se trata de una especie común sin ninguna comprobación previa.

Importante

La actuación sobre una especie protegida sin la autorización correspondiente puede constituir una infracción administrativa grave, con independencia de que se realizara de buena fe por desconocimiento de su estatus legal de protección.

Antes de intervenir sobre cualquier especie silvestre localizada en una explotación, conviene comprobar varios aspectos:

- Si la especie figura en algún catálogo oficial de especies protegidas de la comunidad autónoma correspondiente.
- Si la especie figura, por el contrario, en el catálogo de especies exóticas invasoras, cuya eliminación puede ser incluso obligatoria.
- Si existe alguna restricción o autorización necesaria para actuar sobre la parcela donde se localiza el ejemplar.

Antes de dar por finalizado el reconocimiento de una especie, conviene repasar de forma ordenada todo el proceso seguido, desde la observación morfológica inicial hasta la confirmación final de su identidad:

- Observación general del ejemplar: porte, tamaño y aspecto conjunto de la planta.
- Examen detallado de sus órganos vegetativos: raíz, tallo y hoja.
- Examen de sus órganos reproductores, cuando estén disponibles: flor, fruto o semilla.
- Aplicación de una clave dicotómica u otro recurso de identificación fiable.
- Confirmación final mediante comparación con una flora, un herbario o una consulta especializada, en caso de duda persistente.

El seguimiento de este orden de forma sistemática, en lugar de fijarse únicamente en el primer rasgo llamativo del ejemplar, reduce de forma notable el riesgo de una identificación apresurada y equivocada, especialmente ante especies emparentadas de aspecto muy similar entre sí.

ACTIVIDAD 7

A. Completa las siguientes frases con las palabras adecuadas:

1. La categoría taxonómica que agrupa a varios géneros con características comunes se denomina _____.
2. El sistema de nomenclatura que designa a cada especie mediante dos palabras en latín, el género y el epíteto específico, se denomina nomenclatura _____.
3. Una colección de ejemplares vegetales secos y prensados, conservados como referencia para su identificación, se denomina _____.
4. Una herramienta de identificación formada por una sucesión de parejas de proposiciones excluyentes que conducen paso a paso hasta el nombre de la especie se denomina clave _____.

5. La categoría taxonómica más específica, formada por individuos capaces de reproducirse entre sí y dejar descendencia fértil, se denomina _____.

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

1. En la nomenclatura binomial, el nombre del género se escribe siempre con la primera letra en mayúscula.
2. Una clave dicotómica permite identificar una especie a partir de una única característica observada, sin necesidad de más pasos.

C. Selecciona la respuesta correcta para cada pregunta:

1. Ordenadas de la categoría más general a la más específica, la secuencia taxonómica correcta es:

- a) Familia, orden, género
- b) Orden, familia, género
- c) Género, familia, orden

2. El sistema de nomenclatura binomial, todavía vigente, fue establecido por:

- a) Charles Darwin
- b) Carlos Linneo
- c) Gregor Mendel

D. Responde brevemente a las siguientes preguntas:

1. ¿En qué idioma se redactan los nombres científicos de las especies vegetales según la nomenclatura binomial?

Caso práctico: clave dicotómica en una parcela abandonada.

Marina cursa el último año de un ciclo de Formación Profesional agraria y realiza sus prácticas en una explotación que acaba de adquirir una parcela abandonada durante varios años, cubierta de una vegetación espontánea muy variada que el propietario quiere conocer antes de decidir cómo aprovecharla.

El técnico responsable de las prácticas encarga a Marina un pequeño inventario de las especies leñosas presentes en la parcela, utilizando una clave dicotómica regional en lugar de limitarse a nombres populares que podrían inducir a confusión.

Marina recorre la parcela y recoge muestras de hoja y de fruto de cada especie leñosa distinta que encuentra, anotando además la localización exacta de cada ejemplar sobre un croquis sencillo de la parcela.

Antes de empezar el recorrido sistemático, Marina divide mentalmente la parcela en varias zonas según su orientación y su grado de humedad aparente, con la intención de comprobar después si la distribución de las especies leñosas guarda alguna relación con esas diferencias microambientales dentro de la propia parcela.

Antes de abrir la clave, Marina anota en su cuaderno de campo una breve descripción de cada ejemplar a simple vista, incluyendo el porte general, el color del tronco y la impresión táctil de la hoja, con la idea de contrastar después esa primera impresión con el resultado final que arroje la clave dicotómica.

Al llegar a un primer arbusto de hoja pequeña y coriácea, Marina abre la clave dicotómica y sigue la primera pareja de proposiciones, referida al tipo de hoja, simple o compuesta, y elige la opción correspondiente a hoja simple.

La clave la conduce a una nueva pareja de proposiciones, esta vez sobre el margen de la hoja, entero o dentado, y después a otra sobre la disposición de las flores, hasta llegar finalmente al nombre de la especie: un ejemplar de coscoja, típico del matorral mediterráneo.

Con un segundo arbusto, de hoja mucho más aromática, Marina tiene dudas entre dos proposiciones que le parecen igualmente aplicables, así que decide comparar el fruto recogido con las fotografías de la propia clave antes de continuar, en lugar de elegir al azar una de las dos opciones.

Marina recuerda además una recomendación del técnico: ante una duda razonable entre dos proposiciones de una clave dicotómica, conviene comprobar el mayor número posible de caracteres adicionales del ejemplar, ya que apoyarse en un único rasgo dudoso multiplica el riesgo de terminar en una identificación equivocada.

Gracias a esa comprobación adicional, Marina identifica correctamente el segundo ejemplar como un romero, y reconoce que, si hubiera continuado por la rama equivocada de la clave sin verificar el fruto, habría llegado a un resultado final completamente distinto.

El técnico aprovecha el momento para explicarle que ese tipo de error, avanzar por una rama equivocada de la clave sin verificar un carácter dudoso, es precisamente el más frecuente entre quienes empiezan a utilizar claves dicotómicas, y que la única forma de reducirlo es la práctica constante sobre el terreno.

Al terminar el recorrido, Marina ha identificado siete especies leñosas distintas en la parcela, entre ellas varias con valor forrajero para el ganado y otras con interés para la recuperación de la cubierta vegetal original de la zona.

Además de las especies leñosas encargadas por el técnico, Marina anota también la presencia de varias especies herbáceas espontáneas de porte bajo, sin llegar a identificarlas con la misma precisión, ya que su encargo se limitaba de forma expresa al estrato leñoso de la parcela.

Marina presenta al técnico un informe con el nombre científico de cada especie, su localización sobre el croquis y una breve nota sobre su posible aprovechamiento, y le propone conservar varios ejemplares representativos como referencia pensada para futuras consultas.

El técnico felicita a Marina por la comprobación adicional que realizó con el segundo ejemplar, y le recuerda que ese hábito de verificar un carácter dudoso, en lugar de avanzar con una duda sin resolver, es precisamente lo que distingue una identificación fiable de una simple suposición.

Entre las especies identificadas, Marina encuentra además un pequeño rodal de una especie exótica de crecimiento muy agresivo, que reconoce como invasora gracias a una ficha de alerta temprana consultada previamente, y que anota como prioridad para una posible eliminación antes de que continúe extendiéndose por el resto de la parcela.

El técnico le pide a Marina que localice también, sobre el mismo croquis, los puntos exactos donde ha visto brotar esa especie invasora, para poder planificar su retirada de forma progresiva empezando por los focos más pequeños y evitando así que la eliminación completa de la parcela resulte inabordable en una sola intervención.

Marina pregunta si sería conveniente notificar la presencia de la especie invasora a algún organismo externo, y el técnico le explica que, en determinados casos, existe la obligación de comunicar estos hallazgos a la administración competente, especialmente cuando la especie figura en un catálogo oficial de especies exóticas invasoras de control prioritario.

El propietario, satisfecho con el informe, decide conservar la mayor parte de las especies leñosas identificadas y solicita a la cooperativa un plan de aprovechamiento forrajero compatible con la conservación de la coscoja y de otras especies de interés ecológico presentes en la parcela.

El técnico aprovecha además el caso para recordarle a Marina que un inventario de este tipo conviene repetirlo de forma periódica, ya que la composición de la vegetación espontánea de una parcela puede cambiar de una campaña a otra en función del manejo que reciba y de las condiciones meteorológicas de cada año.

Marina aprovecha además la visita para fotografiar el limbo, el margen y la disposición sobre el tallo de cada una de las hojas recogidas, con la intención de completar un pequeño catálogo fotográfico que sirva de referencia rápida para identificaciones futuras en parcelas similares de la zona.

El técnico le recuerda que ese catálogo resultará útil sobre todo si incluye ejemplares en distintos estados fenológicos, ya que una misma especie puede presentar un aspecto muy distinto en floración que en pleno verano, cuando muchas plantas herbáceas ya han perdido buena parte de su follaje.

Antes de terminar la jornada, Marina revisa junto al técnico el croquis completo de la parcela, comprobando que cada ejemplar leñoso identificado quede correctamente situado y que las notas tomadas sobre el terreno coincidan con las fotografías realizadas durante el recorrido.

El técnico le sugiere además guardar una copia digital de todo el material recopilado, croquis, fotografías y notas de campo, en la base de datos de la cooperativa, de modo que otros compañeros puedan consultarlo si se presenta una parcela con vegetación similar en una campaña futura.

Antes de marcharse, Marina redacta un breve resumen ejecutivo del trabajo realizado, pensado para que el propietario pueda entenderlo sin necesidad de conocimientos técnicos, en el que explica con sus propias palabras qué especies se conservan, cuál conviene retirar y por qué motivo.

El técnico revisa ese resumen antes de entregarlo, y sugiere a Marina simplificar algunos términos demasiado técnicos, recordándole que un informe claro para quien lo recibe resulta tan importante como una identificación correcta sobre el terreno.

Marina anota también, junto al nombre de cada especie identificada, una breve nota sobre su fenología aproximada, floración, fructificación y periodo de reposo vegetativo, con la intención de que ese detalle facilite un reconocimiento más rápido en visitas posteriores a la misma parcela durante otras épocas del año.

Marina termina la jornada convencida de que el rigor aplicado en cada paso del proceso, desde la recogida de muestras hasta la comprobación de los caracteres dudosos, es lo que separa un inventario fiable de una simple lista de nombres aproximados sin verificar.

De regreso al centro de prácticas, Marina comparte su experiencia con otros compañeros del ciclo, animándolos a utilizar siempre una clave dicotómica actualizada y específica de la zona geográfica donde se trabaje, en lugar de recurrir a una clave genérica pensada para un territorio distinto.

El profesor responsable del módulo aprovecha el relato de Marina para recordar al resto del grupo que una identificación fiable no depende únicamente de la calidad de la clave utilizada, sino también de la atención con la que se observa cada carácter solicitado en el ejemplar real.

Semanas más tarde, Marina vuelve a visitar la parcela junto con el técnico para comprobar el resultado de la retirada progresiva de la especie invasora, y confirma que los focos más pequeños, tratados en primer lugar según lo planificado, ya no muestran rebrote alguno.

El propietario, informado del buen resultado, decide ampliar el encargo a la cooperativa para el año siguiente, esta vez incluyendo también un inventario de las especies herbáceas de la parcela, que quedaron fuera del alcance del primer trabajo realizado por Marina.

El técnico propone a Marina encargarse ella misma de ese segundo inventario, como parte final de sus prácticas, ya que considera que ha demostrado sobradamente el rigor metodológico necesario para abordar un trabajo de mayor envergadura sin supervisión constante.

Marina acepta el encargo con satisfacción, y empieza a preparar de antemano una segunda clave dicotómica, esta vez centrada en especies herbáceas, así como un nuevo croquis en blanco de la parcela sobre el que ir marcando cada ejemplar a medida que avance el recorrido.

Preguntas:

1. ¿Qué herramienta utiliza Marina para identificar las especies leñosas de la parcela, en lugar de fiarse de nombres populares?
2. ¿Qué hace Marina cuando duda entre dos proposiciones de la clave dicotómica al identificar el segundo arbusto?
3. ¿Cuántas especies leñosas distintas identifica Marina en total durante su recorrido?

Soluciones:

1. Una clave dicotómica regional.
2. Comprueba el fruto recogido comparándolo con las fotografías de la propia clave antes de continuar.
3. Siete especies leñosas distintas.

7. Prueba de autoevaluación.

1. La estructura que confiere rigidez y forma a la célula vegetal, ausente en las células animales, es:
 - a) La membrana plasmática
 - b) La pared celular
 - c) El núcleo

2. El orgánulo especializado en la realización de la fotosíntesis es:
 - a) La mitocondria
 - b) El cloroplasto
 - c) El leucoplasto

3. El tejido formado por células muertas en la madurez, con paredes engrosadas y lignificadas, que proporciona sostén rígido a la planta, es:
 - a) El colénquima
 - b) El parénquima
 - c) El esclerénquima

4. El tejido conductor que transporta la savia bruta desde la raíz hacia el resto de la planta es:
 - a) El floema
 - b) El xilema
 - c) La epidermis

5. En el tallo de una monocotiledónea, los haces vasculares se disponen:
 - a) Formando un anillo ordenado alrededor de la médula
 - b) Dispersos, sin un orden aparente
 - c) Solo en la periferia del tallo

6. El órgano reproductor femenino de la flor, formado por uno o varios carpelos, se denomina:
 - a) Androceo
 - b) Gineceo
 - c) Corola

7. La raíz fasciculada, sin un eje principal destacado, es característica de:
 - a) Las plantas leñosas
 - b) Las dicotiledóneas
 - c) Las monocotiledóneas

8. El proceso por el que la planta pierde agua en forma de vapor a través de los estomas se denomina:

- a) Transpiración
- b) Respiración
- c) Fotosíntesis

9. Un amarilleamiento generalizado de las hojas jóvenes de un cultivo suele ser indicio de una deficiencia de:

- a) Potasio
- b) Hierro
- c) Calcio

10. El sistema de nomenclatura que designa a cada especie con dos palabras en latín, el género y el epíteto específico, se denomina nomenclatura:

- a) Taxonómica
- b) Binomial
- c) Dicotómica

Caracterización de los fertilizantes. AGA_A_0404_07.

La producción agraria depende, en última instancia, de la capacidad del suelo y del propio sistema de cultivo para poner a disposición de la planta los elementos que esta necesita para crecer, florecer y fructificar. Cuando esa disponibilidad natural resulta insuficiente, la aportación de fertilizantes se convierte en la herramienta técnica que permite corregir el desequilibrio y sostener la producción.

La elección del fertilizante adecuado exige mucho más que conocer su composición declarada en la etiqueta. Un mismo nutriente puede aportarse en formas químicas muy distintas, con un comportamiento igualmente distinto una vez aplicado al suelo o disuelto en el agua de riego, y esa diferencia condiciona tanto la eficacia del abonado como su coste real y su impacto ambiental.

La aplicación de un fertilizante sin conocer sus propiedades, su comportamiento en el suelo o su compatibilidad con otros productos puede anular buena parte de su efecto esperado, encarecer innecesariamente el cultivo o, en el peor de los casos, dañar a la propia planta.

Los sistemas de fertirrigación e hidroponía, cada vez más extendidos en la horticultura intensiva, añaden además exigencias específicas: los fertilizantes empleados deben ser completamente solubles, compatibles entre sí en la propia disolución y ajustables con precisión a la conductividad eléctrica y al pH que cada cultivo necesita en cada fase de su desarrollo.

El técnico que planifica un programa de abonado necesita, por tanto, reconocer con seguridad los síntomas de un desequilibrio nutricional, clasificar correctamente los fertilizantes disponibles según sus propiedades, y comprender cómo se comportan una vez incorporados al suelo o a la disolución nutritiva, para poder decidir con criterio propio en lugar de limitarse a seguir una recomendación genérica de etiqueta.

La fertilización tiene, además, una dimensión económica y ambiental que ningún técnico puede permitirse ignorar.

Un fertilizante mal elegido o mal aplicado no solo representa un coste directo que la explotación no llega a rentabilizar en forma de mayor producción, sino que buena parte del nutriente no aprovechado por el cultivo termina desplazándose fuera de la parcela, hacia acuíferos, cursos de agua o la propia atmósfera.

Con el paso de las décadas, el conocimiento agronómico ha ido matizando esta idea inicial, incorporando la interacción entre nutrientes, el papel de la actividad biológica del suelo y las particularidades de cada tipo de cultivo, pero la lógica de fondo permanece: identificar con precisión qué elemento resulta limitante en cada momento sigue siendo el primer paso de cualquier programa de fertilización bien planteado.

1. Los desequilibrios nutricionales.

Una planta bien nutrida crece de forma vigorosa y expresa todo su potencial productivo, mientras que un desequilibrio nutricional, por defecto o por exceso, se traduce antes o después en síntomas visibles que un técnico experimentado puede aprender a reconocer con razonable seguridad sobre el propio cultivo.

1.1. Carencias nutricionales: síntomas y diagnóstico visual.

Una carencia nutricional aparece cuando la cantidad de un elemento disponible para la raíz resulta insuficiente para cubrir las necesidades del cultivo en un momento determinado de su desarrollo. El síntoma visible depende, sobre todo, de la función concreta que ese elemento cumple dentro de la planta y de su movilidad interna.

Definición

Movilidad de un nutriente

Capacidad de un elemento ya absorbido por la planta para trasladarse desde los tejidos más viejos hacia los órganos jóvenes en crecimiento cuando su aporte externo resulta insuficiente. Un nutriente móvil permite a la planta redistribuir sus reservas internas, mientras que uno inmóvil no puede desplazarse una vez fijado en un tejido concreto.

Cuando el elemento deficiente es móvil dentro de la planta, como el nitrógeno, el fósforo, el potasio o el magnesio, esta traslada las reservas ya absorbidas desde las hojas más viejas hacia las más jóvenes, de modo que el síntoma aparece primero en la parte basal e inferior de la planta. Cuando el elemento es inmóvil, como el calcio, el hierro o el boro, la planta no puede redistribuirlo, y el síntoma se manifiesta antes en las hojas y en los brotes más jóvenes.

Esta diferencia de comportamiento permite, ya desde una primera inspección visual, orientar el diagnóstico hacia un grupo reducido de elementos antes incluso de recurrir a un análisis de laboratorio: localizar el tejido exacto donde aparece el síntoma resulta tan informativo como observar su tipo.

Los principales síntomas visuales de carencia, agrupados según el elemento implicado, son los siguientes:

- Nitrógeno: amarilleamiento generalizado y uniforme de las hojas más viejas, acompañado de un crecimiento débil y de un porte raquítico de toda la planta.
- Fósforo: coloración verde oscura o violácea en el envés de las hojas más viejas, junto con un desarrollo radicular escaso y una floración retrasada.
- Potasio: necrosis marginal en el borde de las hojas más viejas, que progresa hacia el interior del limbo sin afectar apenas a la nervadura central.
- Magnesio: clorosis internervial en las hojas más viejas, con las nervaduras todavía verdes mientras el resto del limbo pierde color.
- Calcio: deformación y necrosis en los brotes terminales y en los frutos jóvenes, ya que este elemento resulta imprescindible para la formación de nueva pared celular.
- Hierro: clorosis internervial en las hojas jóvenes del ápice, con las nervaduras todavía bien diferenciadas en verde, muy frecuente en suelos calizos de pH elevado.

- Boro: muerte del meristemo apical y agrietamiento de tallos y frutos, ya que este elemento resulta esencial para la formación del tubo polínico y para el desarrollo de tejidos jóvenes.



Decoloración, necrosis y deformación foliar son algunos de los síntomas visuales característicos de una carencia nutricional.