TRABAJO PRÁCTICO N°5

Modificaciones del cormo

Contenidos: Principales adaptaciones del cormo típico. Homología y analogía de los órganos vegetales. Morfología externa de las principales adaptaciones o modificaciones de los órganos: raíz, vástago, tallo y hojas.

Objetivos: Analizar los conceptos de adaptaciones del cormo y su relación con los factores ambientales.
Reconocer la morfología externa de las principales adaptaciones o modificaciones de los órganos: raíz, vástago, tallo y hojas.
Establecer comparaciones entre estructuras homólogas y análogas en los órganos normales y los modificados en relación a las funciones.

Las transformaciones o modificaciones de los órganos que forman el cormo han surgido como respuesta a los distintos factores del ambiente donde se desarrollan o se han desarrollado las plantas.

Las plantas pueden crecer en un rango o intervalo de variación ambiental denominado **amplitud ecológica**, y es característico de cada especie. La amplitud depende de los procesos de adaptación desarrollados durante la historia evolutiva de la especie.

Una **adaptación** puede definirse como una modificación de un organismo, o de sus caracteres, que lo hacen más ajustado a un ambiente en particular o **hábitat**.

Las adaptaciones pueden ser adquiridas durante el ciclo de vida de un individuo, denominada **adaptación fisiológica o aclimatación**, o ser hereditarias y controladas por el genotipo, llamadas **adaptación evolutiva o metamorfosis**, que se generan bajo la influencia de la selección natural y son transmitidas de generación en generación.

Una especie es **generalista** cuando es tolerante a un amplio rango de variación ambiental y puede sobrevivir mejor a cambios en su propio hábitat. En cambio los organismos muy **especializados** tienen un rango ambiental más restringido y tienen pocas posibilidades de sobrevivir a cambios abruptos en su ambiente, pero pueden tener mucho éxito en su residencia ecológica particular.

Cada especie tiene una determinada residencia ecológica o **nicho ecológico** que puede ser amplio y abarcar una gran variedad de ambientes (especies eurioicas) o tener un nicho estrecho y las especie restringe su desarrollo a lugares de ambientes muy definidos (especies estenoicas).

HOMOLOGÍA Y ANALOGÍA

El plan fundamental de organización del cormo sufre modificaciones con el fin de adaptarse a los diferentes factores del ambiente. Éstas adaptaciones pueden ocurrir en órganos fundamentales (tallo, raíz, hojas) y éstos pueden adquirir configuraciones y funciones muy distintas que pueden explicarse sobre la base de las homologías y analogías.

Órganos homólogos: son aquellos con un **mismo origen pero que pueden tener diferentes funciones**. Por ejemplo un pétalo, un estambre, una catáfila de cebolla, un hipsófilo, un cotiledón, son todas hojas modificadas que tienen su origen en la yema vegetativa pero que al desarrollarse cumplen diferentes funciones: protección, producción de polen, reserva de sustancias alimenticias, etc. También son homólogos un zarcillo caulinar o una espina caulinar ya que tienen el mismo origen y son tallos modificados que cumplen diferentes funciones. Podemos decir que en órganos homólogos de diferentes especies, si bien tienen un mismo origen que responde a un modelo básico de organización, puede haber ocurrido una **divergencia evolutiva** mediante la cual adoptaron diferentes funciones.

Órganos análogos: son aquellos que tienen **diferente origen pero cumplen la misma función** y tienen aspecto o formas semejantes. Por ejemplo las raíces engrosadas de la “batata” y los tubérculos de la “papa”

que son tallos modificados, cumplen la función de almacenar sustancias de reservas (almidón) pero su origen es muy distinto. Lo mismo sucede con un zarcillo caulinar ("zapallo") y un zarcillo foliar ("arveja"): tienen diferente origen pero igual función. En todos estos ejemplos lo que ha ocurrido es una **convergencia evolutiva**.

Los factores ambientales más relevantes a los que deben adaptarse los organismos vegetales son: agua, temperatura, luz, sustrato y disponibilidad de nutrientes.

AGUA

1. Hidrófitas o plantas acuáticas

Son plantas adaptadas a ambientes acuáticos, normalmente desarrollan en sus tallos y hojas parénquimas con grandes espacios intercelulares que almacenan aire lo cual les permite aumentar la flotabilidad y posibilitan la difusión de gases en el interior de la planta. Las paredes de la epidermis del vástago sumergido desarrollan una cutícula muy delgada que posibilita la entrada del aire, agua y sales. Esta difusión es muy lenta y las hojas sumergidas a menudo están divididas en finos segmentos para aumentar la superficie de contacto. El tejido epidérmico generalmente carece de estomas y pelos (tricomas), el tejido de conducción xilemático está reducido o a veces falta por completo, los tejidos de sostén son poco desarrollados en las plantas sumergidas y flotantes.

Las hidrófitas se clasifican en:

Sumergidas, también conocidas como plantas de pecera (género *Elodea*).

Flotantes, crecen en río y lagos y son arrastradas por las corrientes. Ejemplos de plantas flotantes son los "camalotes" (género *Eichhornia*), las ninfeas y los "irupés" típicos de los ríos de la Mesopotamia, otras carecen de raíces como algunas "lentejas de agua" (género *Wolffia*).

Palustres, crecen en las orillas de los ríos, arroyos y lagos, algunas desarrollan sus órganos subterráneos en el lodo con poco contenido de oxígeno y generan raíces caulógenas que emergen del suelo, se las denomina raíces respiratorias o neumatóforos y toman el aire por medio de poros llamados neumátodos (análogos a las lenticelas) y lo conducen a través de un sistema continuo de espacios intercelulares hasta las partes subterráneas como ocurre en los "mangles" (*Rhizophora mangle*) y el "ciprés calvo" (*Taxodium dischitum*).

2. Higrófitas

Son las plantas que viven en una atmósfera saturada de humedad y en un suelo con abundante agua. El sistema de raíces y los tejidos de conducción están poco desarrollados. Las higrófitas presentan estructuras particulares para favorecer la transpiración como hojas grandes, de láminas delgadas, glabras (sin pelos), estomas más o menos sobreelevados en la epidermis y las cutículas delgadas. La parte media de las hojas (mesófilo) tiene pocos estratos de células y amplios espacios intercelulares. Frecuentemente se desarrollan hidátodos, estructuras que permiten eliminar el agua líquida en forma activa (género *Pothos*). Las plantas higrófilas crecen en las selvas lluviosas principalmente en el sotobosque.

3. Xerófitas

Son las plantas de los ambientes secos, capaces de soportar períodos de sequía en alguna etapa de su ciclo de vida. Poseen diversas estructuras que dificultan la pérdida del agua o bien que les permiten acumularla. Frecuentemente desarrollan largas raíces para captar el agua de las capas freáticas más profundas del suelo como el "algarrobo dulce" (*Prosopis flexuosa*) que pueden crecer hasta 20 m de profundidad.

Las hojas de las xerófitas son pequeñas y coriáceas, con desarrollo de tejidos de esclereidas y fibras en el mesófilo. Las cutículas de las células epidérmicas son gruesas y compactas y a menudo se depositan ceras y resinas que evitan aún más la transpiración como en las "jarillas" (género Larrea), la epidermis es pluriestratificada con varias capas de células. Los estomas sueles estar hundidos en la epidermis o ubicados dentro de criptas y protegidos por pelos de manera que se establece un espacio de aire estacionario con

bajo déficit de saturación de aire como ocurre en el "laurel rosa" (*Nerium oleander*).

Otras estrategias para evitar la pérdida de agua en la reducción de la superficie de transpiración, algunas especies se desprenden de sus hojas en los períodos críticos como el "llaullín" (*Lycium tenuispinossum*), o producen el enrollamiento de sus hojas como en las especies de Gramíneas de las zonas áridas. En algunas especies las hojas se reducen a escamas como en el género *Ephedra*, y en la "casuarina" (*Casuarina cunninghamiana*). El menor tamaño de las hojas en las xerófitas hace que haya una reducción de la tasa fotosíntetica y en algunas especies se desarollan parénquimas asimiladores en los tallos que permanecen verdes aunque presenten crecimiento secundario como en el "chañar" (*Geoffroea decorticans*) y en el "chañar brea" (*Cercidium praecox*).

Además de la reducción de las hojas en algunas especies se produce el aplanamiento de los tallos verdes con una mayor capacidad de asimilación. Se los denomina filoclados, que son braquiblastos aplastados con aspectos de hojas (géneros *Ruscus* y *Asparagus*). Otra adaptación son los cladodios, que son macroblastos aplastados y fotosintetizadores típicos de las Cactáceas. Los filodios son pecíolos ensanchados y laminares que sustituyen al limbo de la hoja en sus funciones como ocurre en las "acacias" y "eucaliptos" de las zonas áridas australianas. En algunas especies se desarrollan pecíolos alados que son prolongaciones de la lámina como en los cítricos (género *Citrus*).

La **espinescencia** se refiere a la formación de órganos punzantes. Estas estructuras son frecuentes en los xerófitos pero también pueden aparecer en plantas no xerófitas como defensa contra herbívoros y también en plantas trepadoras. En las Cactáceas las espinas pueden servir para retener el agua del rocío o de la niebla contribuyendo a equilibrar la economía hídrica.

Espinas: son estructuras duras y punzantes que provienen de la transformación de una rama, es decir son espinas caulinares como en el "piquillín" (*Condalia microphylla*) donde los braquiblastos son espinosos. Las espinas también son de origen foliar como en las Cactáceas y en las especies del género *Berberis*, o de transformación de las estípulas foliares como en las "acacias" y "algarrobos", y en casos muy raros se generan en las raíces (palmeras del género *Acanthorriza*).

Aguijones: Son estructuras punzantes que se generan en tejidos superficiales y pueden desprenderse con facilidad como en el "rosal" (*Rosa sp.*) y en el "palo borracho" (*Ceiba speciosa*)

Los xerófitos tienen también dispositivos que les permiten acumular agua en los períodos favorables de lluvias y la reservan en los tejidos parenquimáticos acuíferos para la época de sequía. Estos tejidos se desarrollan en las plantas de consistencia carnosa-jugosa por lo que comúnmente se las llama crasas, suculentas o carnosas como en las especies de las familias Cactáceas, Crasuláceas y en algunas Euforbiáceas.

Las plantas en cojín o en placa también están adaptadas tanto a la escasez de agua como a las bajas temperaturas y vientos constantes como las que crecen en los ambientes andinos de la Puna y en las altas montañas y también en la Patagonia. Son plantas con tallos muy cortos y densamente ramificados con hojas reducidas, arrosetadas y comúnmente con espinas como en las especies de los géneros *Adesmia*, *Laretia*, *Mulinum*, etc.

TEMPERATURA

La temperatura y la disponibilidad de agua son factores ambientales que normalmente actúan en forma combinada y es difícil establecer si las modificaciones se deben a un factor u otro. Las plantas deben adaptarse al ritmo de las variaciones climáticas y por lo tanto también varía su ritmo fisiológico. Por ejemplo en las regiones como la nuestra que presentan inviernos fríos, muchas plantas leñosas pierden la totalidad de su follaje (plantas caducas) y suspenden las circulación de la savia en otoño-invierno, sus yemas están protegidas por pérulas para preservar a los delicados meristemas apical que continuarán el desarrollo del vástago cuando las temperatura sean adecuadas para la brotación de las yemas. En otras regiones en la

época de primavera-verano las temperaturas son altas y las lluvias intensas y en otoño-invierno las temperaturas bajan y también son escasas las lluvias.

En las plantas herbáceas perennes la parte aérea muere al llegar el invierno y pasan la época fría en órganos subterráneos que tienen las yemas de renuevo, éstas brotan cuando las condiciones de temperatura, luz y agua son las adecuadas y utilizan las sustancias energéticas que se han elaborado y almacenado en el período vegetativo precedente. Por la gran riqueza de las sustancias orgánicas que los órganos almacenadores acumulan son de gran valor alimenticio y han sido domesticados para ser incorporados a la dieta humana.

Los órganos fundamentales de los cormófitos que almacenan reservas son: raíces napiformes, raíces tuberosas, tubérculos, bulbos y rizomas.

Raíces napiformes: son las raíces principales o axonomorfas que se han engrosado y transformado en órganos de reserva. Son raíces embrionales es decir que se desarrollan a partir de la radícula. En algunos casos estos órganos pueden ser heterogéneos porque en su constitución también suele desarrollarse parte del hipocotilo, que es la porción del tallo por debajo de los cotiledones. La "zanahoria" (*Daucus carota*) es un ejemplo típico de raíz napiforme. La "remolacha" (*Beta vulgaris*) y el "rabanito" (*Raphanus sativus*) presentan, además, un engrosamiento de parte del hipocotilo. Esta particularidad de engrosamiento tanto a nivel de la raíz principal como en el hipocótilo, se denomina **raíz caulinotuberosa**. Es por esto que algunos botánicos consideran éstos casos como **tubérculos aéreos**.

Raíces tuberosas: provienen de las raíces adventicias globosas y ovoides de crecimiento limitado y generalmente no ramificadas como en la "mandioca" (*Manihot sculenta*) y la "batata" (*Ipomoea batatas*).

Tubérculos: son tallos engrosados de crecimiento limitado y que acumulan sustancias de reserva. Se consideran dos tipos:

Tubérculos aéreos: como mencionamos anteriormente en el caso de un engrosamiento de la zona del hipocotilo se los denomina tubérculos hipocotíleos o tubérculos aéreos, como en algunas variedades de "rabanito" (*Raphanus sativus*) y de la "remolacha" (*Beta vulgaris*). En los tubérculos caulinares el engrosamiento ocurre en partes más elevadas del tallo por encima de los cotiledones como en el colinabo (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*).

Tubérculos subterráneos: el ejemplo típico es el de la "papa" (*Solanum tuberosum*) que se forma por el engrosamiento del extremo de un estolón (algunos autores lo consideran un rizoma). En el tubérculo de la "papa" se llaman "ojos" a los nudos que poseen yemas y catáfilas reducidas y prontamente caedizas, que indican la posición de los nudos en el tallo de crecimiento plagiótropo. La "papa" cultivada desarrolla varios tubérculos cercanos a la planta, en las especies silvestres de "papa" los tubérculos se forman lejos de la planta madre como una estrategia de reproducción. El cultivo de la "papa" se realiza por multiplicación vegetativa o clonal de los tubérculos. En el "gladiolo" (*Gladiolus communis*) se produce un engrosamiento en la base del corto tallo vertical.

Bulbos: los tallo son muy cortos con nudos muy próximos y protegidos por hojas escamosas o bases foliares engrosadas y carnosas que acumulan sustancias de reserva. Todos los bulbos son subterráneos y ortótropos. El tallo modificado se denomina disco o platillo del cual nacen numerosas raíces adventicias. Se consideran dos tipos:

Bulbos tunicados: donde las bases foliares de las hojas son envainadoras y rodean completamente al tallo, como en la "cebolla" (*Allium cepa*) y al "ajo" (*Allium sativum*), en este último caso cada "diente" es un bulbo tunicado simple que se forma de una yema lateral y la "cabeza" es el conjunto de bulbos por eso se lo llama compuesto.

Bulbos escamosos: las catáfilas son cortas y se van superponiendo por los bordes (en forma imbricada) como las escamas de un pez. Este tipo de bulbo se desarrolla en el "tulipán" (*Tulipa gesneriana*) y en las

"azucenas" (género *Lilium*).

Existen especies que desarrollan sus bases foliares abrazando al tallo como ocurre en el "hinojo" (*Foeniculum vulgare*) y otras especies de la familia de las Umbelíferas, pero no se las considera bulbos.

Rizomas: son tallos subterráneos, ramificados, reservantes, y generalmente alargados, de entrenudos cortos y catáfilas, o a veces sólo con la cicatrices dejadas por estas últimas. Las raíces adventicias se desarrollan en los nudos, y las yemas subterráneas originan a los vástagos aéreos. Los rizomas pueden tener un crecimiento de tipo monopodial donde las yemas apicales prolongan el rizoma y las laterales los vástagos aéreos como en el "sorgo de halepo" (*Sorghum halepense*). En los rizomas de crecimiento simpodial definido las yemas apicales son las que originan los vástagos aéreos y las laterales prolongan el rizoma como en la "achira" (*Canna indica*) y la "caña de castilla" (*Arundo donax*).

Las siguientes modificaciones del vástago no necesariamente deben vincularse con el factor temperatura, se tratan aquí para compararlas con las otras adaptaciones.

Estolones: son ramificaciones, generalmente delgadas en diámetro, de entrenudos largos y crecimiento plagiótropo que se originan en los nudos basales de un eje primario. Generalmente carecen de catáfilas o son muy reducidas y no son reservantes. Los estolones pueden ser rastreros (aéreos) o desarrollarse bajo tierra (subterráneos) y emiten raíces adventicias en los nudos como en la "chipica" o "chépica" (*Cynodon dactylon*). Cuando mueren las porciones intermedias desarrollan nuevos individuos y de esta manera se reproducen agámicamente como en la "frutilla" (*Fragaria* x *ananassa*), en la "violeta" (*Viola odorata*) y en las "mentas" (género *Mentha*).

Tallos rastreros: crecen apoyándose contra el suelo y si echan raíces se los denomina radicantes como en el "trébol blanco" (*Trifolium repens*) y si no emite raíces se los llama decumbentes como en muchas especies de Gramíneas.

LUZ

Las plantas también tienen una organización particular en la competencia por la luz, son las trepadoras y las epífitas.

Trepadoras: trepan o se encaraman al soporte de diversas maneras, mediante espinas como en la "santa rita" (*Boungainvillea spectabilis*), aguijones como en la rosa, ramas en forma de gancho como en "tacuara brava" (*Guadua* sp.), raíces adventicias adherentes como en la "hiedra" (*Hedera helix*), zarcillos de origen caulinar en la "vid" (*Vitis vinifera*) y en la "pasionaria" (*Passiflora sp*.), o de origen foliar en la "arveja" (*Pisum sativum*) y en el "zapallo" (*Cucurbita maxima*), o presentan tallos enroscantes como en los "porotos" (*Phaseolu*s sp.) denominándose en este caso plantas volubles. En ambientes tropicales crecen plantas con elementos vasculares sumamente amplios y un crecimiento secundario inusual que produce tallos flexibles como largos cables denominados lianas y son típicas de las selvas.

Zarcillos: son órganos delgados simples o ramificados que tienen la capacidad de enroscarse en los soportes de diversas maneras. En la "vid" y en la "pasionaria" son vástagos modificados, en el "zapallo" toda una hoja se transforma en zarcillo y en la "arveja" es el folíolo terminal el que se modifica. En la "enamorada del muro" (*Parthenocissus* sp.) las ramificaciones del zarcillo rematan en una dilatación que a modo de ventosa les permite adherirse a las superficies de apoyo.

Epífitas: son plantas de desarrollo aéreo y se ubican sobre árboles, rocas, tejado, cables, etc. Se diferencian de las trepadoras porque en ningún período de su vida están arraigadas en el suelo. Son típicas epífitas los "claveles del aire" (*Tillandsia* sp.) y numerosas especies de la familia Orquídeas.

Las semillas de las epífitas son livianas y/o diminutas lo que les permite ser transportadas por el viento y los animales. Generalmente se fijan al soporte a través de raíces adherentes. Algunas especies de orquídeas han desarrollado en sus raíces un tejido especial destinado a la absorción de agua denominado velamen o velo

radical. En muchas epífitas se produce una reducción del tallo, con entrenudos muy cortos y sus hojas se disponen típicamente en roseta formando un embudo donde se acumula humedad. Los "claveles de aire" tienen hojas revestidas por pelos escamosos absorbentes de agua.

SUSTRATO Y NUTRIENTES

Halófitas: plantas capacitadas para vivir en suelos con alta concentración de sales o en ambientes con atmósfera salina. Son halófitas muchas especies de las familias Quenopodiáceas y Amarantáceas. Algunas halófitas desarrollan glándulas especiales para eliminar sales y como consecuencia de este fenómeno aparecen durante el día cubiertas por cristales de sales que asemejan un polvillo grisáceo. Las plantas halófitas crecen en los litorales marinos y en las orillas de lagunas y lagos.

Holoparásitas: se trata de plantas parásitas que carecen completamente de clorofila y toman el alimento directamente de la planta huésped por medio de órganos suctores denominados haustorios. No poseen hojas o quedan completamente reducidas, los tallos están simplificados y las raíces frecuentemente no se desarrollan. Algunas holoparásitas no son visibles externamente porque se encuentran inmersas en los tejidos del huésped, el cormo está completamente desorganizado y se asemeja al micelio de un hongo, sólo cuando florece se denota su presencia por la aparición de las flores en la superficie del huésped. La "cuscuta" o "cabellos de ángel" (*Cuscuta indecora*) es un holoparásito con tallos filiformes los cuales se enroscan y trepan sobre otras plantas formando haustorios en los puntos de contacto para llegar a los tejidos vasculares.

Hemiparásitas: son plantas parcialmente parásitas ya que desarrollan hojas con clorofila, y los órganos suctores o haustorios penetran en el xilema de las plantas huéspedes para tomar agua y sales nutritivas como en la "liga" (*Ligaria cuneifolia*) que parasita numerosas especies nativas y cultivadas.

Plantas carnívoras o insectívoras: en los suelos pobres en nitrógeno suelen habitar plantas que modifican sus hojas con dispositivos especiales mediante los cuales capturan y digieren animalitos o insectos para tomar el nitrógeno que necesitan. Los dispositivos de captura son muy variados, como las "atrapamoscas" de la familia Droseraceae.

OTRAS MODIFICACIONES

ANCLAJE

Raíces fúlcreas: tiene por función el anclaje de la planta como en el "maíz" (*Zea mays*) y se originan en los nudos basales aéreos, o también pueden desarrollarse en las zonas más altas del tallo para luego penetrar en el suelo adquiriendo el aspecto de zancos como en las especies del género *Ficus*.

RESUMEN

- **Modificaciones del vástago**
  - **Subterráneas**
    - Tubérculos: papa
    - Bulbos: cebolla
    - Rizoma: lirio
  - **Aéreas**
    - Estolones: chepica
    - Filoclados: *Ruscus* sp.
    - Cladodios: Cactáceas
    - Tallos fotosintéticos: casuarina

- **Modificaciones del tallo**
  - Espinas: piracanta, granado
  - Aguijones: rosa
  - Zarcillos: vid

- **Modificaciones de las hojas**
  - Espinas
  - Zarcillos
  - Filodios

Actividades

RAÍZ
1. Observar, interpretar, esquematizar y comparar las modificaciones de la raíz.

Raíces reservantes
1.1. Raíz Napiforme:
Material:
Señalar: hipocotilo, cuello,
raíz reservante, cilindro central
y parénquima reservante.

1.2. Raíz tuberosa:
Material:
Señalar: raíz reservante, raíces adventicias

1.3. Raíz caulinotuberosa
Material:
Señalar: Raíz, cuello, hipocotilo, hojas

1.4. Raíces aéreas:
Raíces adherentes o fijadoras:
Material:
Señalar: tallo, hojas, raíces adherentes

VÁSTAGO
2. Observar, interpretar, esquematizar y comparar las modificaciones del vástago.
Subterráneos

2.1. Tubérculo
Material:
Señalar: tallo engrosado, "ojos" de la papa: nudos y yemas,
cicatriz de la catáfila,
cicatriz del estolón, ápice,
lenticelas

2.2. Bulbo
Material:

Señalar: tallo reducido o disco, raíces adventicias,
catáfilas de protección,
catáfilas de reserva,
yema apical y yemas axilares.

2.3. Rizoma
Material:
Señalar: rizoma engrosado, raíces adventicias, catáfilas o cicatrices de las catáfilas, yemas, nuevos vástagos.

Aéreos
2.4. Estolón
Material:
Señalar: estolón, nudos, entrenudos, catáfilas,
raíces adventicias, vástagos aéreos.

2.5. Filoclado
Material:
Señalar: macroblastos, braquiblastos expandidos,
nudos, hojas reducidas, yemas, flores o frutos.

2.6. Cladodio aplanado
Material:
Señalar: macroblastos, cladodio, nudos,
entrenudos, braquiblastos, yemas, espinas.

2.7. Cladodio cilíndrico
Material:
Señalar: tallos fotosinéticos, nudos, entrenudos,
hojas verticiladas y reducidas.

TALLO
3. Observar, interpretar, esquematizar y comparar las modificaciones del tallo.

3.1. Espina caulinar
Material:
Señalar: macroblasto y braquiblasto espinoso,
nudos, entrenudos, yemas, hojas

3.2. Aguijón caulinar
Material:
Señalar: macroblasto, aguijones, nudos,
entrenudos, yemas, hojas

3.3. **Zarcillo caulinar**
Material:
Señalar: macroblasto, zarcillos, nudos,
entrenudos, yemas, hojas

HOJAS
4. Observar, interpretar, esquematizar y comparar las modificaciones de la hoja.

4.1. **Espina foliar**
Material:
Señalar: tallo fotosintético, braquiblasto, nudos,
entrenudos, yemas, hojas y estípulas espinosas.

4.2. **Zarcillo foliar**
Material:
Señalar: tallo alado, nudos, entrenudos,
pecíolo alado, estípulas, folíolos y zarcillos.

4.3. **Filodio**
Material:
Señalar: tallo, nudos, entrenudos, hojas,
yemas, filodios