

Apellido/s y Nombre/s.....

Comisión.....Fecha.....

TRABAJO PRÁCTICO 11

LA HOJA DE LAS PLANTAS, SU ANATOMÍA

Como fuera definido previamente una hoja es un órgano de las plantas que se caracteriza por originarse del tallo y, generalmente, poseer una forma laminar.

En relación a su anatomía, una hoja incluye, principalmente, el tejido de protección (epidermis); el tejido fundamental de elaboración (parénquima); de sostén (colénquima o esclerénquima) y de conducción (xilema y floema). Predomina el parénquima de elaboración o clorénquima.

Al hablar de anatomía de la hoja nos referimos a la organización de los tejidos de la lámina foliar. Estos tejidos pueden ser analizados generalmente en corte transversal (CT), y a nivel de la vena media. También se puede estudiar la anatomía del pecíolo en CT. En ambas partes de la hoja, el número de haces vasculares, trazas o rastros que ingresan desde el tallo quedan con el xilema hacia el haz y el floema hacia el envés de la hoja.

Una hoja presenta tres capas principales:

1. La **cara superior, adaxial, haz o epifilo** que incluye la epidermis adaxial;
2. El **mesofilo** que está formado por parénquima y con los haces o cordones vasculares; y
3. La **cara inferior, abaxial, envés o hipofilo** con la epidermis abaxial.

Las hojas se clasifican de acuerdo a la distribución de los estomas en:

- **Epistomática:** hoja que posee estomas solamente en la epidermis adaxial.
- **Hipostomática:** hoja con los estomas solamente en la epidermis abaxial.
- **Anfistomática:** hoja que posee estomas en ambas epidermis, adaxial y abaxial.

El mesofilo foliar puede ser: **dorsiventral, isolateral o indiferenciado.**

- **Dorsiventral:** con parénquima en empalizada formado por células alargadas y parénquima esponjoso (células irregulares que dejan amplios espacios intercelulares).
- **Isolateral:** Con dos variantes. En algunos casos puede estar formado por parénquima en empalizada (células alargadas dispuestas en empalizada), parénquima esponjoso (células irregulares que dejan amplios espacios intercelulares), y parénquima en empalizada (células alargadas dispuestas en empalizada). En otros: parénquima clorofiliano homogéneo (células más o menos isodiamétricas con abundantes cloroplastos), parénquima incoloro homogéneo (células más o menos isodiamétricas con cloroplastos escasos o ausentes), y parénquima clorofiliano homogéneo (células más o menos isodiamétricas con abundantes cloroplastos).
- **Indiferenciado:** con solo parénquima clorofiliano homogéneo.

Estructura bifacial, equifacial y unifacial

- **Bifacial:** hay dos epidermis distintas, el mesofilo está diferenciado, por lo tanto, las caras

son distintas. Los haces vasculares se disponen con el xilema hacia la cara adaxial y el floema hacia la cara abaxial. Frecuente en la clase Dicotiledóneas.

- **Equifacial:** hay dos epidermis distintas, el mesofilo es isolateral o indiferenciado, por lo tanto, las caras son iguales. Los haces vasculares se disponen con el xilema hacia la cara adaxial y el floema hacia la cara abaxial. Ejemplo: Gramíneas y pino.
- **Unifacial:** hay una sola epidermis, el mesofilo es isolateral, por lo tanto las caras son iguales. Los haces vasculares se ubican sobre ambos lados con el xilema interno y el floema externo. Ejemplo: el lirio (*Iris sp.*), donde la hoja sufre una fuerte compresión lateral.

Estructura de la hoja de Gimnospermas (Ej.: pino)

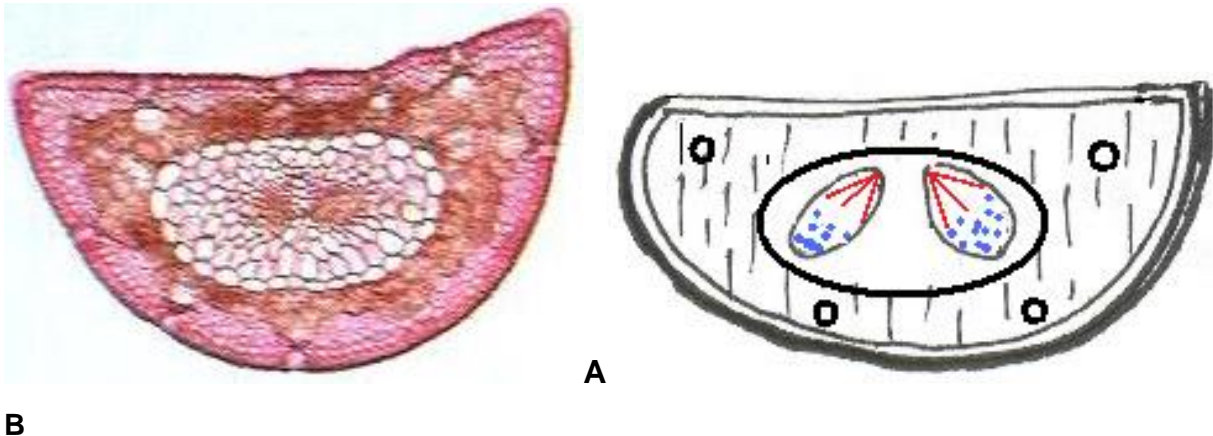
La hoja de pino se empleará para el estudio general de las hojas de Gimnospermas. Una hoja de pino tiene una forma acicular. Las hojas aciculares de los pinos (y otras Gimnospermas) se agrupan y a estos grupos se los denomina fascículos. De acuerdo al número de hojas por fascículo la sección transversal presenta diferente contorno; semicircular cuando son solo 2 o triangular cuando hay 3 a 5 hojas por fascículo. Estas hojas presentan caracteres de adaptación a condiciones ambientales rigurosas. Por lo tanto, presentan: epidermis e hipodermis con paredes gruesas y lignificadas (esclerificadas), estomas hundidos con las **células oclusivas a nivel de la hipodermis**. Dada la escasa superficie fotosintetizadora poseen un clorénquima especializado cuyas células para aumentar la superficie expuesta presentan numerosos pliegues. Otro carácter de interés, y con valor sistemático, es la presencia de conductos esquizógenos secretores de resina. El número de estos conductos es característico para cada especie.

La **estructura es equifacial**, es decir hay una epidermis adaxial y una epidermis abaxial, el mesofilo es indiferenciado y los haces vasculares presentan el xilema hacia la cara adaxial.

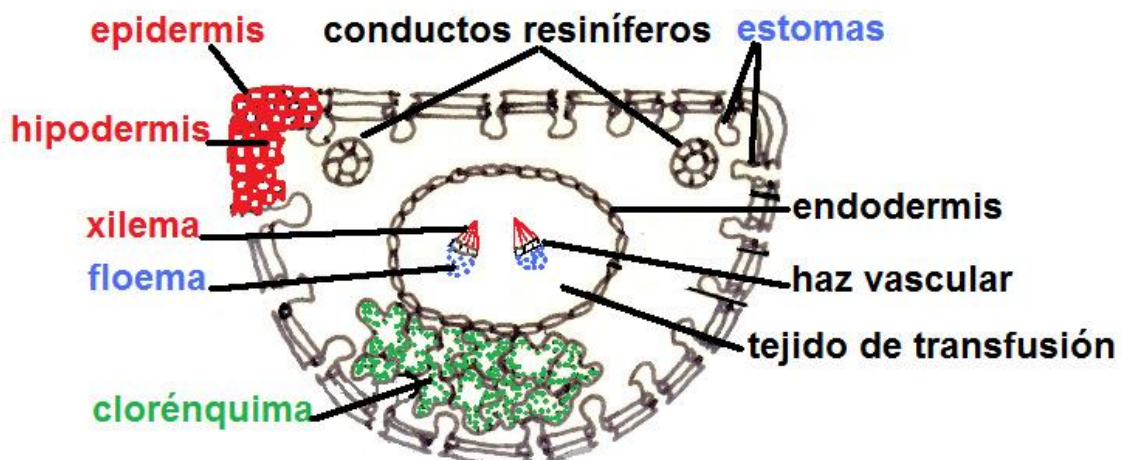
Descripción

La **epidermis** tanto de la cara adaxial como abaxial son iguales, formadas por una capa continua de células con paredes gruesas y lignificadas, solamente interrumpida en el lugar donde se ubican los estomas. Seguida de varias capas de **hipodermis**, cuyas células también presentan las paredes gruesas, lignificadas y es interrumpida por los **estomas**. Los **estomas** se encuentran hundidos y distribuidos todo alrededor de la lámina. El **mesofilo indiferenciado** está formado por células plegadas para aumentar la superficie fotosintetizadora. Dentro del mesofilo se ubica un número variable de **conductos resiníferos**. En el centro una capa de células con engrosamientos casparianos forma la **endodermis**, la cual limita al llamado **tejido de transfusión** que rodea los **haces vasculares colaterales y abiertos**, cuyo xilema formado por traqueidas, está ubicado hacia la cara adaxial y el floema formado por células cribosas y albuminosas está ubicado hacia la cara abaxial.

CT de hoja de pino. A. Fotografía. B. Esquema.



Tejidos en un CT de hoja de pino



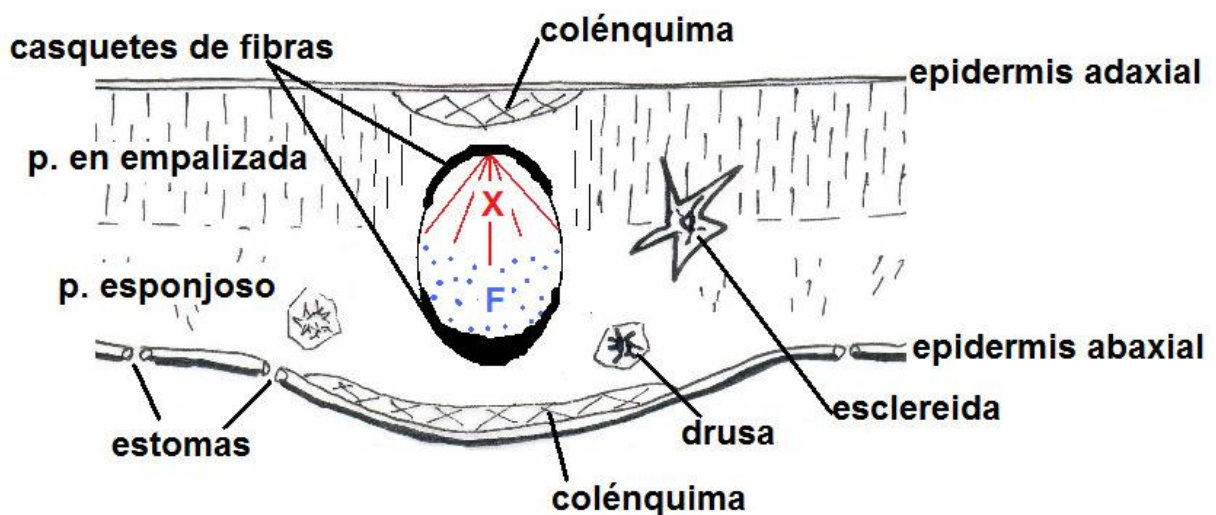
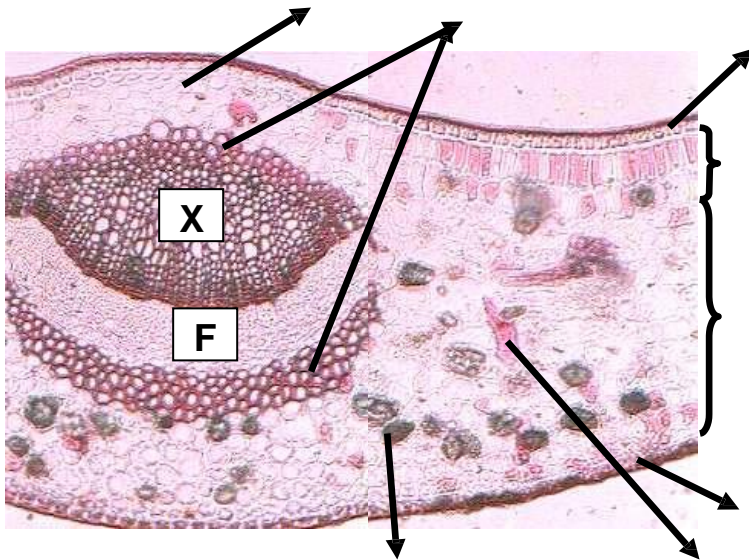
Estructura de la hoja de Angiospermas Dicotiledóneas

Entre las plantas con flores o Angiospermas, en las Dicotiledóneas generalmente hay una cara de la hoja expuesta al sol en forma directa y la otra donde el sol no incide. Por lo tanto, tienen dos caras distintas y eso se manifiesta también en la estructura. Normalmente son hojas hipostomáticas (con estomas en la cara opuesta al sol, en el envés o hipofilo) y el mesofilo es dorsiventral, es decir, con parénquima diferenciado, distinto hacia cada cara.

Descripción

La **epidermis superior** cubre la superficie expuesta a la luz solar, está formada por una capa continua de células más o menos rectangulares, con la cara periclinal externa impregnada con cutina y cubierta por la cutícula formada por depósito de cutina. Debajo de esta epidermis se observa 1 a 3 capas de **parénquima en empalizada** que consiste en clorénquima formado por células más o menos alargadas en sentido perpendicular a la epidermis, dispuestas muy juntas formando una empalizada, cuya principal función es realizar fotosíntesis. Luego, hacia la cara inferior se encuentra el **parénquima esponjoso** llamado así porque está formado por células con menor número de cloroplastos, de contorno muy irregular, a veces con brazos, que dejan grandes espacios intercelulares llenos de aire, cuya principal función es el intercambio gaseoso. La protección en la cara inferior la realiza la **epidermis inferior** que se diferencia de la epidermis superior por estar interrumpida por los **estomas** que permiten la entrada y salida de gases: oxígeno y anhídrido carbónico de la fotosíntesis y respiración y la salida de vapor de agua de la transpiración. La **vena media** contiene un haz vascular con el **xilema** hacia la cara adaxial y el **floema** hacia la cara abaxial, junto al xilema y al floema observará los

casquetes de **fibras esclerenquimáticas**. Frente al haz vascular y hacia ambas epidermis, en posición subepidérmica se encuentra el tejido de sostén **colénquima**. En el mesofilo es posible observar esclereidas y drusas.



Estructura de la hoja de Angiospermas Monocotiledóneas (ej.: Gramíneas)

Entre las plantas con flores o Angiospermas, en las Monocotiledóneas las hojas adoptan una posición más o menos vertical y exponen al sol en forma indirecta ambas caras. Así generalmente hay estomas en ambas caras o epidermis (anfistomáticas), por esa misma razón el mesofilo es isolateral (igual hacia ambas caras) o indiferenciado.

Descripción general de la hoja de Gramíneas

La **epidermis superior** y la **epidermis inferior** son iguales, formadas por una capa continua de células más o menos rectangulares, con la cara periclinal externa impregnada con cutina y cubierta por depósito de cutina que forma la cutícula. En ambas se pueden observar los **estomas**, que se ponen de manifiesto por ser células de menor tamaño y hacia el mesofilo se puede observar la **cavidad subestomática** que facilita el intercambio gaseoso. ¿Cómo diferenciamos la cara adaxial ó haz de la cara abaxial o envés?, porque en la epidermis adaxial o del haz se encuentran las **células buliformes**, son grupos de células grandes, con forma de gota, con paredes delgadas, cuya función es acumular agua y actuar por cambios de hidratación en el despliegue y enrollado de la hoja. Entre las epidermis superior e inferior, se encuentra el **mesofilo indiferenciado**, formado por células del parénquima

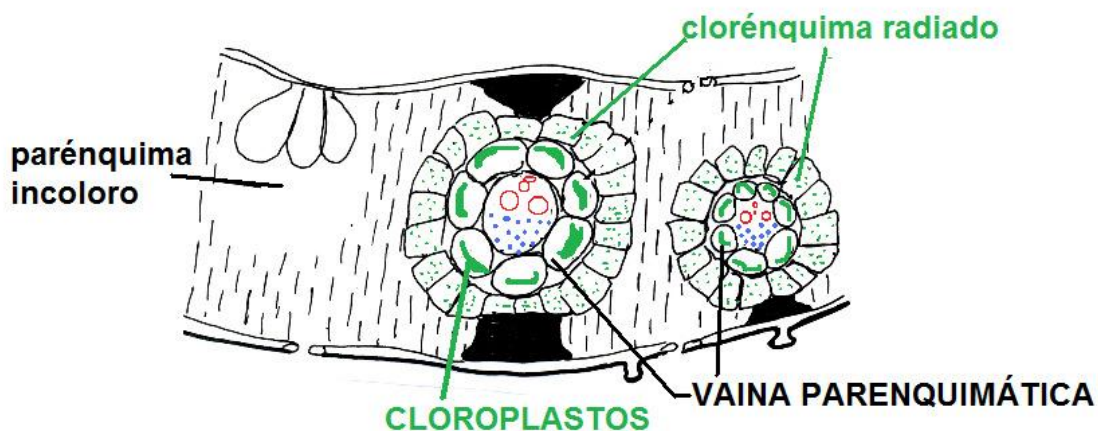
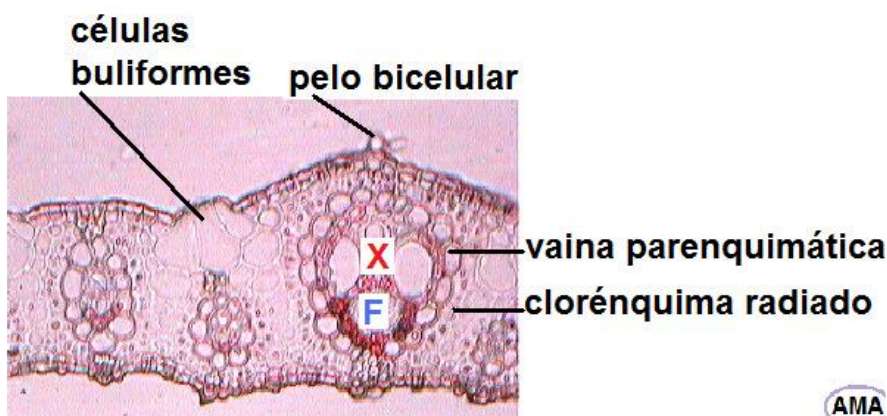
clorofiliano, todas iguales y de contorno poligonal, que tienen por función realizar la fotosíntesis. En la vena hallamos el **haz vascular** con el **xilema** hacia la cara superior o adaxial y el **floema** hacia la cara inferior o abaxial y junto a las epidermis en posición subepidérmica las **fibras del esclerénquima**.

En la familia de las Gramíneas se presentan dos patrones diferentes de organización de los tejidos. Estos dos patrones pueden ejemplificarse en especies que forman parte de dos subfamilias: Panicoideas (ej.: maíz) y Festucoideas (ej.: trigo).

Estructura de la hoja de las Panicoideas (ej.: maíz)

A este tipo de estructura también se la denomina como aquella presente en “plantas carbono cuatro” (o C4) o con estructura Kranz. Las especies con estructura Kranz se caracterizan por habitar climas cálidos, o cuando crecen en zonas de clima templado lo hacen durante el ciclo estival.

En la epidermis pueden observarse los **pelos bicelulares**. En el mesofilo: encontramos clorénquima y parénquima incoloro. En la vena: encontramos la estructura Kranz o en corona porque el haz vascular está rodeado por una **vaina parenquimática** y a ésta la rodea el **clorénquima radiado**, es decir, las células del clorénquima están dispuestas de manera radiada formando una corona. La vaina parenquimática es de células muy grandes, con cloroplastos mayores a los del clorénquima. Esta vaina otorga a la planta mayor eficiencia en el proceso de fotosíntesis.

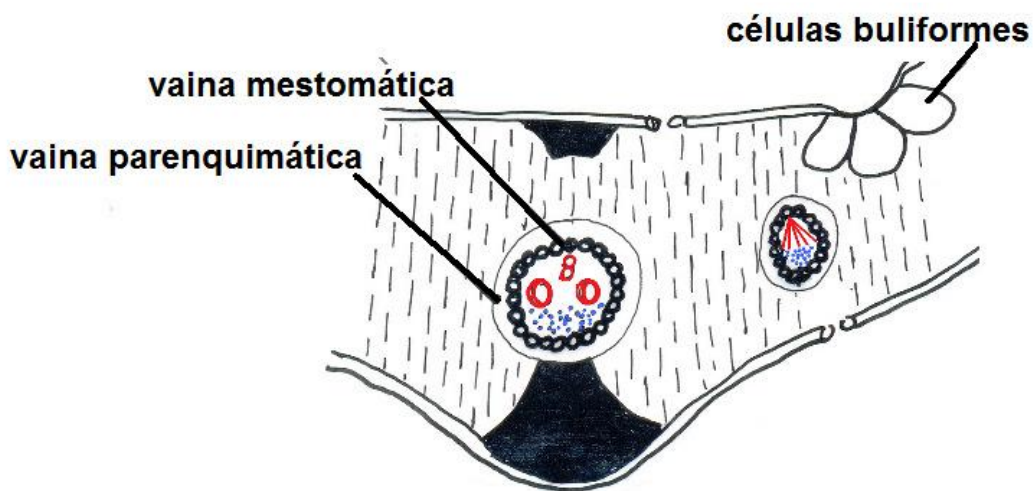
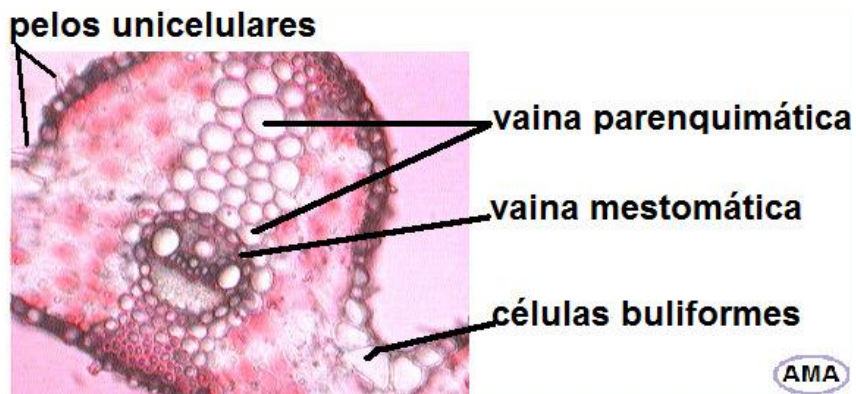


Estructura de la hoja de las Festucoideas (ej.: trigo)

Se caracterizan por ser “plantas carbono tres” (o C3). Habitan climas templados a templado-fríos. Se incluyen los cereales de invierno como trigo, cebada, centeno, avena, y forrajeras de invierno como festuca, agropiro, etc.

En las Panicoides la epidermis pueden observarse **pelos unicelulares**. En el mesofilo: no hay parénquima incoloro y es en su totalidad **clorénquima**.

En la vena: encontramos el haz vascular o mestoma rodeado por **dos vainas**: la **vaina mestomática** (junto al mestoma o haz vascular) cuyas células presentan paredes gruesas muy coloreadas de rojo por la safranina y la **vaina parenquimática** cuyas células más grandes presentan pared delgada.



NO OLVIDE CONSULTAR LA BIBLIOGRAFIA

- Burkart, A. 1969. Flora ilustrada de Entre Ríos. Vol. VI, Parte II. Colec. Cientif. INTA
- Esau, K. 1976. Anatomía Vegetal. Ed. Omega
- Esau, K. 1982. Anatomía de las plantas con semilla. Ed. Hemisferio Sur
- Fahn, A. 1985. Anatomía Vegetal. Ed. Pirámide
- Font Quer, P. 1965. Diccionario de Botánica. Ed. Labor
- Jensen WA y FB Salisbury. 1988. Botánica. McGraw-Hill
- Valla JJ. 2004. Botánica. Morfología de las plantas superiores. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires.

Apellido y Nombre.....

Comisión.....Fecha.....

TRABAJO PRÁCTICO 11

LA HOJA DE LAS PLANTAS, SU ANATOMÍA

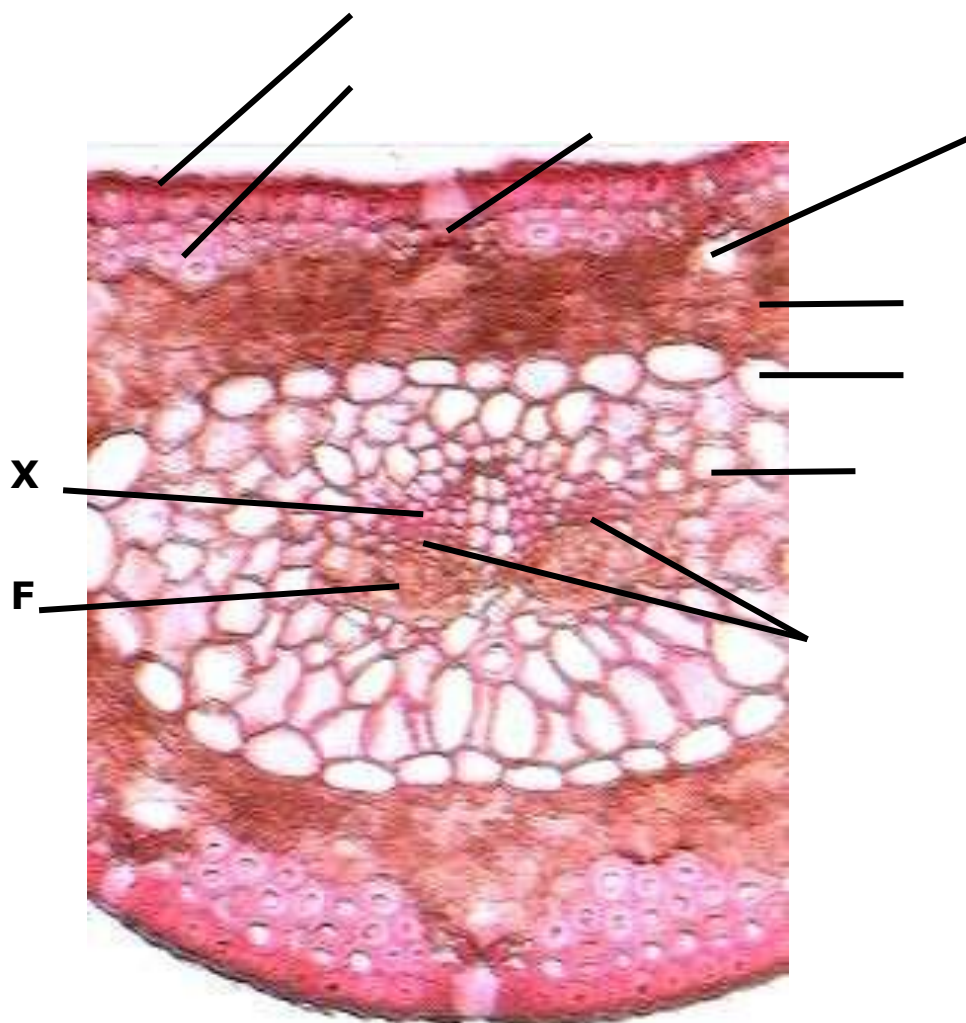
EJERCITACION

Ejercicio 1.

Estructura de una hoja de Gimnosperma (pino).

Encienda el microscopio óptico, coloque sobre la platina el preparado de CT de hoja de pino (*Pinus sp.*), enfoque con el menor aumento (10x) y recorra el preparado

Observe el preparado y **complete** la siguiente figura con los nombres de los tejidos.



El xilema ¿hacia qué cara de la hoja está ubicado?.....

Ejercicio 2.

Estructura de una hoja de Angiosperma Dicotiledónea.

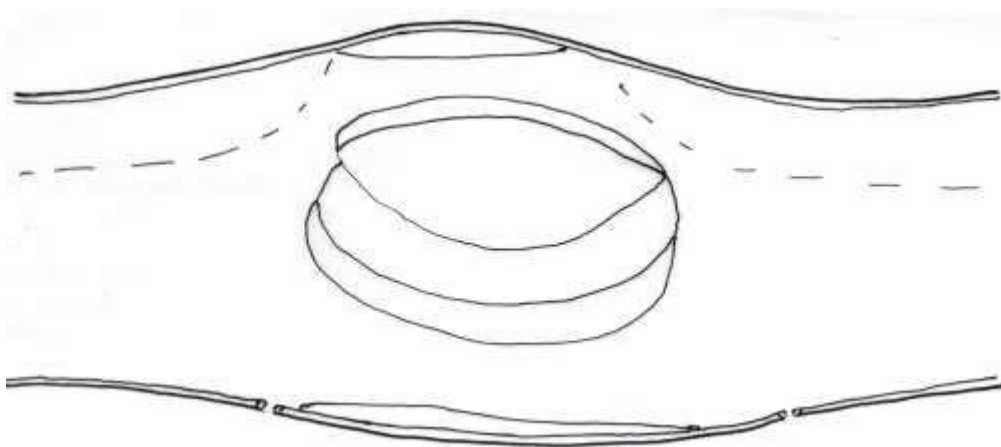
Observe en el preparado el epifilo (epidermis superior, adaxial o haz), el mesofilo (parte media, parenquimática de la hoja) y el hipofilo (epidermis inferior, abaxial o envés).

Encienda el microscopio óptico, coloque sobre la platina el preparado de CT de hoja de CAMELIA (*Camellia japonica L.*), enfoque con el menor aumento (10x) y recorra el

preparado. **Observe** e **identifique** la **epidermis** con la cutícula, el mesofilo con **parénquima en empalizada** y **parénquima esponjoso** y la **epidermis inferior**, donde puede llegar a ver algún estoma. En la vena media puede observar los vasos del **xilema** con la pared teñida de rojo por la safranina y el lumen celular de color blanco. El **floema** lo observará de color blanco pero al **casquete de fibras** lo verá de color rojo por sus paredes lignificadas teñidas por la safranina. Avance hacia la epidermis y observará el **colénquima** con las paredes celulósicas de color blanco plateado.

Una vez que **enfocó, observó, analizó e identificó** los tejidos con el menor aumento, utilizando su conocimiento previo, el texto descriptivo, la imagen, y la bibliografía **complete** el siguiente esquema **empleando los símbolos de Metcalfe & Chalk (1950)**.

Colénquima (cuadrículado oblicuo)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Clorénquima (lluvia con líneas alternas) en el parénquima en empalizada		<input type="text"/>
Clorénquima (lluvia con líneas alternas) en el parénquima esponjoso		<input type="text"/>
Xilema (rayado)	<input type="text"/>	
Floema (punteado)	<input type="text"/>	
Esclerénquima (color negro)	<input type="text"/>	

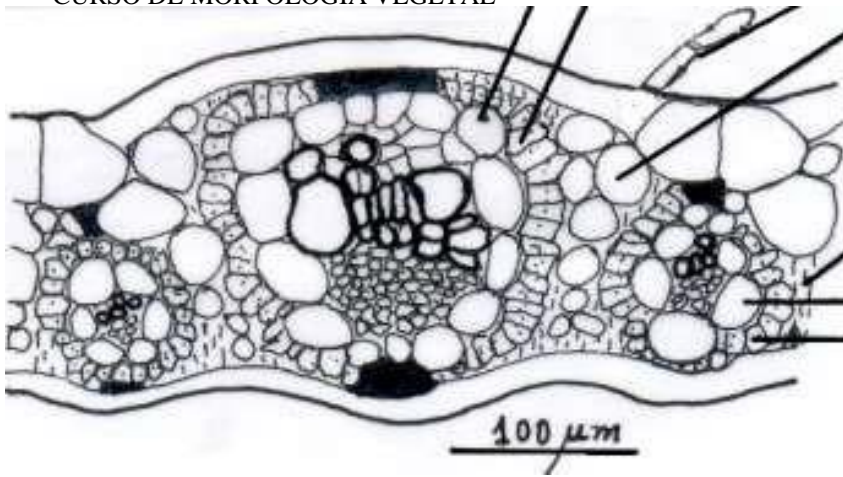


Ejercicio 3.

Estructura de la hoja de las hojas de Poaceae subfamilia **Panicoideas**, plantas **Carbono 4 (C4)**

Encienda el microscopio óptico, coloque sobre la platina el preparado de CT hoja de maíz (*Zea mays* L.); sorgo de alepo [*Sorghum halepense* (L.) Pers.] ó caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) con estructura Kranz, enfoque con el menor aumento (10x) y recorra el preparado.

Identifique los tejidos utilizando su conocimiento previo, el texto descriptivo, la siguiente imagen, y la bibliografía. **Complete** el esquema con los nombres correspondientes.

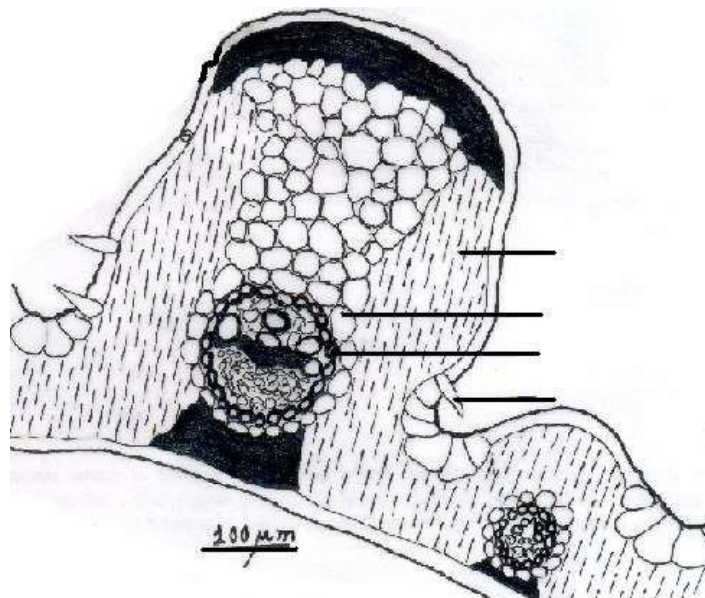


Ejercicio 4.

Estructura de la hoja de Poaceae subfamilia **Festucoideas**, plantas **Carbono 3 (C3)**

Encienda el microscopio óptico, coloque sobre la platina el preparado de CT de hoja de agropiro (*Agropyron* sp.), trigo (*Triticum aestivum* L.), cebadilla (*Bromus* sp.) o festuca (*Festuca arundinacea* L.), etc. Enfoque con el objetivo de menor aumento (10x) y recorra el preparado.

Identifique los tejidos utilizando su conocimiento previo, el texto descriptivo, la imagen y la bibliografía. **Complete** el esquema con los nombres de las partes señaladas.



Explique cómo calcula el aumento de observación.....
.....
.....