

Apellido/s y nombre/s.....

Comisión.....Fecha.....

## TRABAJO PRÁCTICO 15

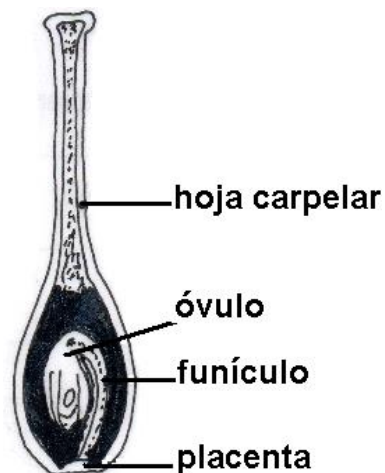
### MORFOLOGÍA DE LA SEMILLA

El término semilla es amplio, comprende estructuras reproductoras diversas, por ejemplo: la papa “semilla” es un tubérculo o parte del mismo empleado para multiplicar la especie, también a otras estructuras que originen una nueva planta se le puede llamar “semilla”, pero la semilla verdadera ¿Qué es?

La semilla es el **óvulo** desarrollado y maduro luego de la fecundación.

#### El óvulo, su origen

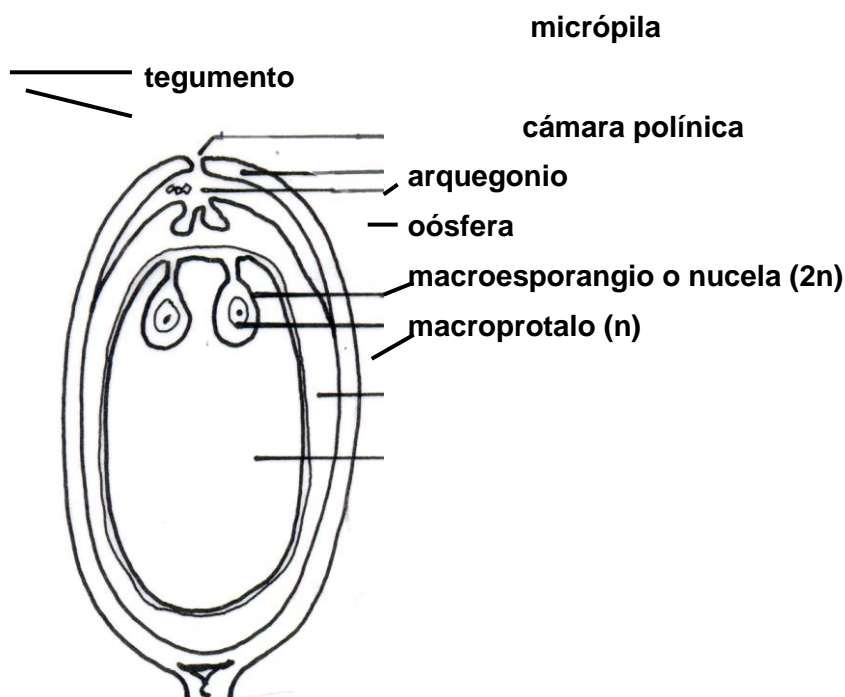
En las Angiospermas ya hemos visto las partes del gineceo (ovario, estilo, estigma). En el **ovario** el tejido fértil llamado **placenta** da origen a el/los **óvulo/s**, los cuales quedan fijos a ésta por el **funículo**.



#### El óvulo y sus partes

En el óvulo maduro de **Gimnospermas** encontramos el **tegumento** que se prolonga en dos brazos hasta la abertura que dejan en su extremo, llamada **micrópila**. Entre la micrópila y el macrosporangio se forma la **cámara polínica** donde permanecen los granos de polen nadando hasta que llega el momento de su germinación para realizar la fecundación. El **macrosporangio o nucela** es el tejido **diploide** que por Meiosis originó el **macroprótalo haploide** que en el óvulo maduro ocupa la mayor parte, quedando el macrosporangio en posición parietal. Dentro del macroprótalo se diferencia un número variable de arquegonios, cada **arquegonio** lleva una **oófera**.

En el óvulo maduro de **Angiospermas** generalmente hay dos tegumentos: **primina** y **secundina** que dejan en el extremo una abertura llamada **micrópila**. Los tegumentos encierran la **nucela**, tejido **diploide** que por Meiosis forma el **saco embrionario** conteniendo ocho núcleos haploides que luego se transforman en células, estas son: la **oófera** (gameta femenina); dos **sinérgidas**, una célula binucleada con los dos núcleos **polares** y tres **antípodas**. Hemos visto que los óvulos se originan de la **placenta** a la cual permanecen unidos por el **funículo** por donde corre un **haz vascular** que alimenta al óvulo, el cual llega hasta la **calaza**, donde termina o puede prolongarse hacia los tegumentos.

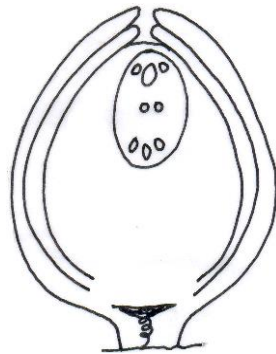


En el óvulo maduro de **Angiospermas** generalmente hay dos tegumentos: **primina** y **secundina** que dejan en el extremo una abertura llamada **micrópila**. Los tegumentos encierran la **nucela**, tejido **diploide** que por Meiosis forma el **saco embrionario** conteniendo ocho núcleos haploides que luego se transforman en células, estas son: la **oófera** (gameta femenina); dos **sinérgidas**, una célula binucleada con los dos núcleos **polares** y tres **antípodas**. Hemos visto que los óvulos se originan de la **placenta** a la cual permanecen unidos por el **funículo** por donde corre un **haz vascular** que alimenta al óvulo, el cual llega hasta la **calaza**, donde termina o puede prolongarse hacia los tegumentos.

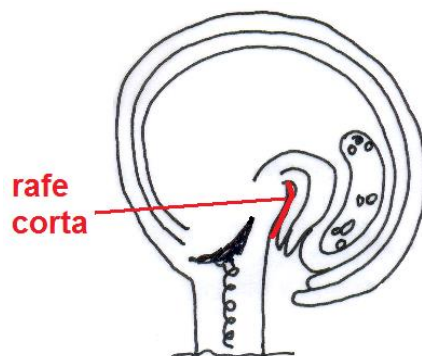
En las **angiospermas** existen distintos tipos de óvulos:

De los numerosos tipos de óvulos que existen, consideramos los tres más frecuentes: **ortótropo**, **campilótropo** y **anátropo**.

**Ovulo ortótropo:** es el óvulo recto, donde se ubican sobre una línea el funículo, la calaza y la micrópila, por ejemplo: familias **Juglandáceas**, nogal (*Juglans regia* L.); **Poligonáceas**, lengua de vaca (*Rumex pulcher* L.); **Urticáceas**, ortiga (*Urtica urens* L.).

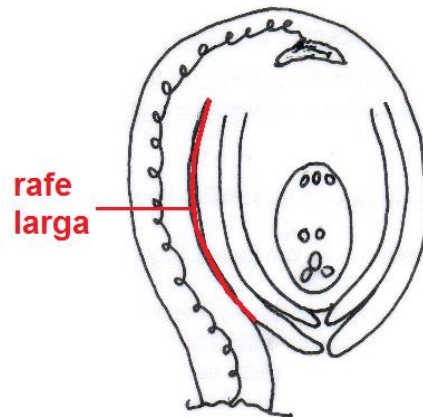


**Ovulo campilótropo:** es un óvulo curvado que presenta un gran alargamiento de los tegumentos de un lado y la nucela curvada. Del otro lado, los tegumentos más cortos se unen con el funículo y forman la cicatriz llamada **rafe**, que en este caso es **corta**, por ejemplo en la **fam. Leguminosas subfam. Papilionoideas**, soja [*Glycine max* (L.) Merrill]; alfalfa (*Medicago sativa* L.); poroto (*Phaseolus vulgaris* L.)



**Ovulo anátropo:** está invertido al girar 180° por alargamiento del funículo. Los tegumentos de un lado del óvulo quedan en contacto con el funículo, con el cual se unen y forman una **rafe larga**.

Es el tipo de óvulo más frecuente, por ejemplo **fam. Leguminosas, subfam. Mimosoideas**, acacias (*Acacia* spp.); **fam. Euphorbiaceae**, ricino (*Ricinus communis* L.), etc.



### La semilla

Previo a la transformación del óvulo en semilla, debe ocurrir la **polinización** y luego la **fecundación**. Existen dos tipos de fecundación:

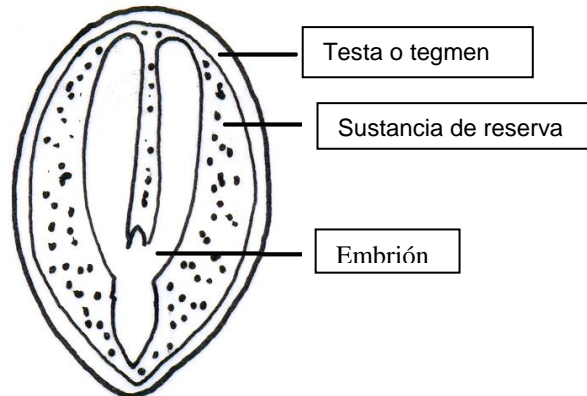
- **Fecundación simple en las Gimnospermas:** recordar que un anterozoide se une a la oófera y forma la cigota diploide y que ésta por mitosis desarrollará el embrión. Como ocurre sólo una fecundación, las Gimnospermas tienen Fecundación Simple.
- **Fecundación doble de las Angiospermas:** recordar que un **anterozoide** se une a la **oófera** y forma la cigota diploide y que ésta por mitosis desarrollará el **embrión**. El otro **anterozoide** se une con la célula de los dos **núcleos polares** y origina el tejido triploide llamado **endosperma**. Como ocurren dos fecundaciones, las Angiospermas tienen Fecundación Doble.

### **Transformación del óvulo en semilla.**

Los tegumentos del óvulo se transforman en los tegumentos de la semilla, a veces, el tegumento externo (**primina**) origina la testa de la semilla y el tegumento interno (**secundina**) origina el tegmen, sin embargo, frecuentemente sólo desarrolla la **testa** a partir del tegumento externo y el tegumento interno se reabsorbe. La **micrópila** del óvulo permanece en el tegumento de la semilla. Los restos de **nucela** pueden persistir, aunque generalmente desaparecen en la semilla madura.

Por el lugar de acumulación de las **sustancias de reserva** se producen los distintos tipos de semillas, por ejemplo las endospermadas. Por multiplicación celular de la cigota se forma el **embrión**, el cual va a tener un número variable de cotiledones de acuerdo con la división y clase de plantas.

Por lo tanto las **partes de la semilla** son: la **testa, tegumento, cubierta seminal o episperma** (función: protección y sus diferentes esculturas favorecen la dispersión); las **sustancias de reserva** (función: alimentar al embrión durante la germinación) y el **embrión** (función: formar una nueva planta).



### **Tipos de semillas** de acuerdo al **lugar de acumulación de las reservas**

En las **Gimnospermas** con fecundación simple se forma un único **tipo de semilla** denominadas “**semillas protaladas**”: las reservas se acumulan en el protalo, que es un tejido femenino y haploide, ejemplo: araucaria [*Araucaria angustifolia* (Bert.) OK.]; pino (*Pinus* spp.)

En las **Angiospermas** con fecundación doble se forma el endosperma ( $3n$ ), pero no siempre es el tejido que acumula más reservas, por lo tanto tenemos:

- **Semillas endospermadas:** las reservas se acumulan en el tejido endosperma (triploide), ejemplo: maíz (*Zea mays* L.); ricino (*Ricinus communis* L.)
- **Semillas exendospermadas:** las reservas se acumulan en los cotiledones del embrión (diploide), ejemplo: arveja (*Pisum sativum* L.); poroto (*Phaseolus vulgaris* L.)
- **Semillas perispermadas:** las reservas se acumulan predominantemente en la nucela (diploide), ejemplo: pimienta (*Piper nigrum* L.); quinoa (*Chenopodium album* L.)

### **Semilla de poroto** (familia Leguminosas, subfamilia Papilionoideas).

**La semilla.** Desarrolla a partir de un óvulo campilótropo, por lo tanto presenta una cicatriz **rafe corta**, la cual está ubicada junto al **hilo u ombligo** que es la cicatriz dejada por el funículo sobre el tegumento al desprenderse de la semilla. Junto al hilo, pero del lado opuesto a la rafe, se encuentra la **micrópila** (pequeño poro que viene desde el óvulo), en la proximidad de la micrópila sale la radícula al germinar, por lo tanto, apuntando a la micrópila podemos observar el **lóbulo radicular**. Del lado de la rafe y exclusivamente en la familia Leguminosas, encontramos una prominencia del

tegumento, a veces de diferente coloración, que se llama **lente** (porque el tegumento forma por alargamiento de las células una lente), este lugar regula la penetración del agua en la semilla para iniciar la germinación. Hacia este lado se ubican los cotiledones del embrión y se llama **lóbulo cotiledonal**.

**El embrión.** Está formado por dos **cotiledones** grandes, reservantes y el eje de la plántula está formado por el segmento **radícula-hipocótilo** y **plúmula**, ésta última desarrollada con primordios foliares visibles.

**Las sustancias de reserva.** Se acumulan en los cotiledones del embrión, por lo tanto, por el lugar de acumulación de las reservas el tipo de semilla es **no endospermada**.

**La plántula.** La germinación es epigea, es decir, que sale la **radícula** penetrando en el suelo y el primer entrenudo del tallo llamado **hipocótilo**, **se alarga** y lleva los **cotiledones** sobre la tierra (los cotiledones están ubicados en el primer nudo llamado **mesocótilo**). La **plúmula** o yema apical del tallo continúa formando el segundo entrenudo del tallo llamado **epicótilo** que se extiende hasta las primeras hojas o **perfiles**.

### **Semilla de ricino** (Familia Euforbiáceas).

**La semilla.** Desarrolla a partir de un óvulo anátropo, por lo tanto presenta una cicatriz **rafe larga**, puesta de manifiesto como una línea oscura en el tegumento moteado, liso y brillante. En la parte micropilar se encuentra la **carúncula**.

**El embrión.** Está formado por dos **cotiledones** grandes, foliáceos, delgados, no reservantes, el eje de la plántula está formado por el segmento **radícula-hipocótilo** y la **plúmula** rudimentaria (poco desarrollada).

**Las sustancias de reserva.** Se encuentran en el tejido triploide. El tipo de semilla es **endospermada**.

**La plántula.** La germinación es epigea, la plántula tiene las mismas partes que en el poroto.

### **La "semilla" del trigo y maíz** (Familia Gramíneas=Poáceas)

**La "semilla" está incluida y soldada al fruto que se llama cariopse.** Las partes del fruto (**pericarpo**) es lo que vemos como 'la cáscara', totalmente seca y delgada y aún más delgado es el episperma de la semilla, ambos están soldados y sólo se pueden distinguir haciendo uso del microscopio óptico.

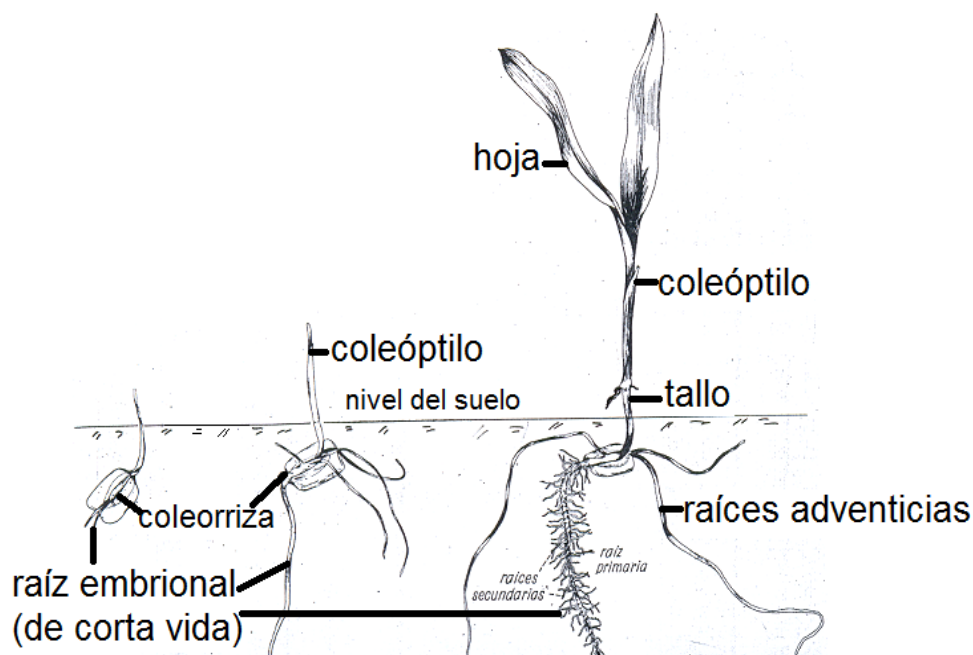
A continuación de la unión **pericarpo-episperma** se encuentra la semilla, la misma, presenta abundante **endosperma** y el **embrión** ubicado en posición lateral y basal.

El **endosperma** está formado por una capa de células de **parénquima aleuronífero**, conteniendo como reserva **la proteína aleurona**. El resto del parénquima reservante es el **parénquima amilífero**, conteniendo el **polisacárido almidón** (detalle en el segundo esquema).

El **embrión** tiene un **cotiledón** o **escutelo** en contacto con las reservas y su función es disolver y absorber las sustancias almacenadas en el endosperma en el momento de la germinación. El eje de la plántula está formado por la **radícula** cubierta por un capuchón, **coleorriza**, el **mesocótilo** o nudo cotiledonal y la **plúmula** que está cubierta por el **coleóptilo**. En algunas especies como el trigo, hay una escama en el lado opuesto al cotiledón que se considera el otro cotiledón reducido y se llama **epiblasto**. El epiblasto no está presente en el maíz.

Por el lugar de acumulación de la sustancia de reservas el tipo de semilla se denomina **endospermada**.

**La plántula de las Gramíneas.** La germinación es hipógea (el cotiledón queda debajo de la tierra, dentro del cariopse). Al germinar sale la **radícula** formando la **raíz primaria** y **ramificaciones** o raíces secundarias, todo este sistema radical embrional es de corta vida e inmediatamente comienzan a aparecer **raíces adventicias** (que forman el sistema radical adventicio en cabellera (homorrizo) que reemplaza a las raíces embrionales). El tallo se alarga y lleva el **coleóptilo** sobre la superficie del suelo, el cual es atravesado por las primeras **hojas** desarrolladas a partir de la plúmula.



## **Adaptaciones de las semillas a la dispersión**

Algunas adaptaciones son:

### ➤ **Dispersión anemófila (por el viento)**

**Semillas samaroides:** son semillas con el tegumento alado, por ejemplo en todas las especies de la **fam. Bignoniáceas:** jacarandá (*Jacaranda mimosifolia* Don); catalpa (*Catalpa speciosa* Warder); lapacho (*Tabebuia* spp.), etc.

**Semillas con pelos:** pelos celulósicos en el episperma o tegumento de la semilla del algodón (*Gosypium hirsutum* L.), conocidos como fibras de algodón.

### ➤ **Dispersión entomófila (por los insectos)**

**Carúncula:** es característica de la fam. Euforbiáceas, consiste en una excrecencia carnosos-esponjosa que aparece a nivel de la micrópila a la cual cubre, es rica en sustancias grasas y proteínas que atraen a las hormigas, por lo tanto la dispersión es entomófila.

### ➤ **Dispersión ornitófila (por pájaros)**

**Arilo funicular:** en la familia Leguminosas es frecuente encontrar especies con arilo formado por transformación del funículo que se vuelve carnosos y de colores rojo o amarillo intensos favoreciendo la dispersión por los pájaros (ornitófila), por ejemplo: acacia australiana (*Acacia melanoxylon* R. Brown).

## **Bibliografía**

Valla, J. J. Botánica. Morfología de las Plantas Superiores. Ed. Hemisferio Sur  
<http://mvegetal.weebly.com/>



Apellido/s y nombre/s.....

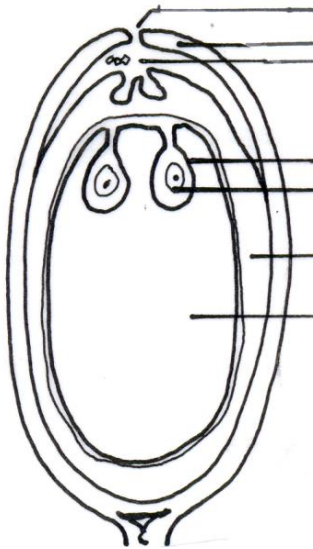
Comisión.....Fecha.....

### TP 14 MORFOLOGÍA DE LA SEMILLA

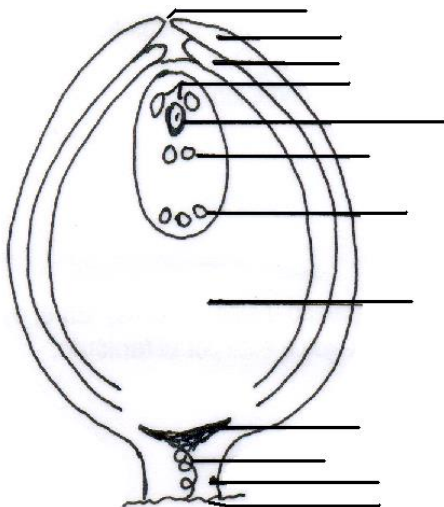
#### EJERCITACIÓN:

**Ejercicio 1.** Completar los siguientes esquemas:

Óvulo de.....



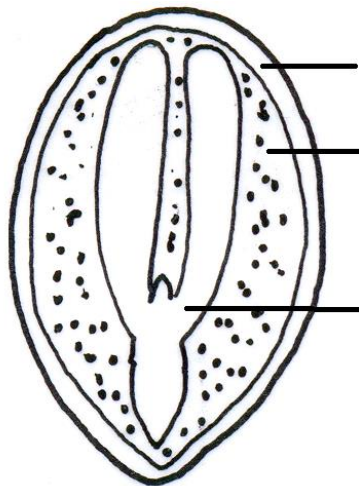
Óvulo de.....



**Ejercicio 2.** Complete el siguiente cuadro comparativo con características de los óvulos de gimnospermas y angiospermas.

CARACTERÍSTICAS DE LOS ÓVULOS	DIV. GIMNOSPERMAS	DIV. ANGIOSPERMAS
TEGUMENTOS (número más frecuente)		
CAMARA POLINICA (presencia)		
NUCELA O MACROSPORANGIO (posición)		
SACO EMBRIONARIO Y MACROPROTALO (número de células)		
OÓSFERA CONTENIDA EN:.....		

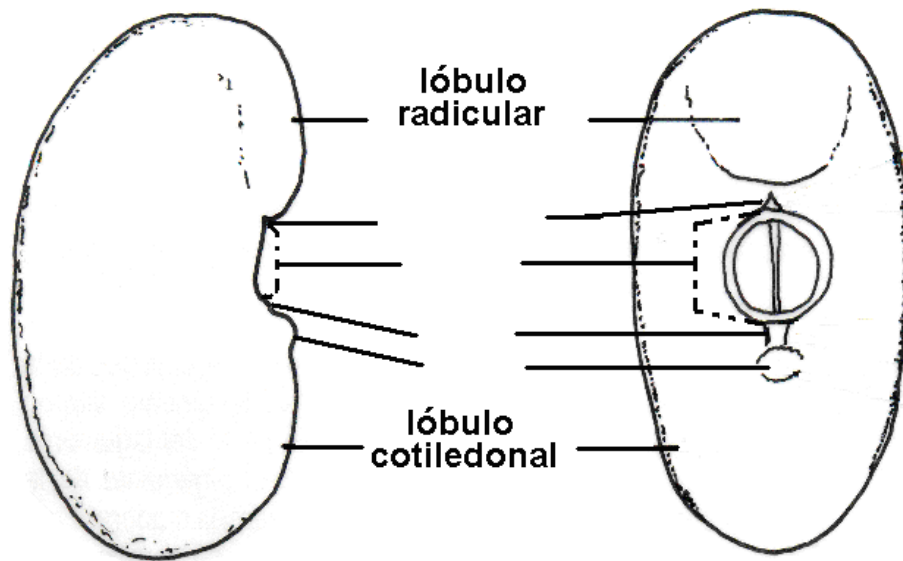
**Ejercicio 3.** Indicar en el siguiente esquema las partes de una semilla



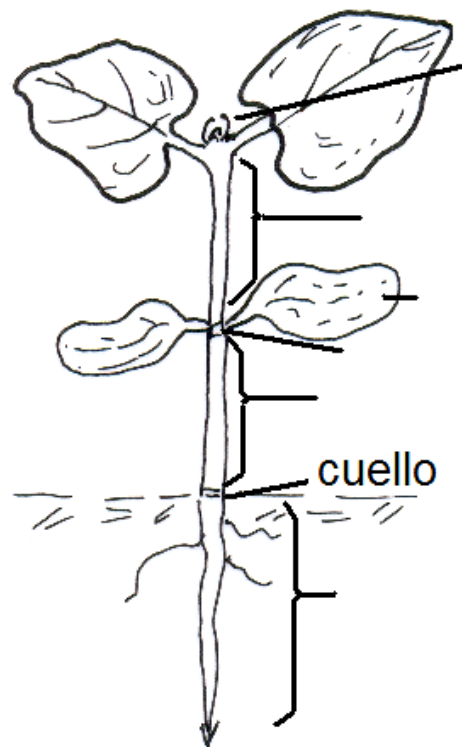
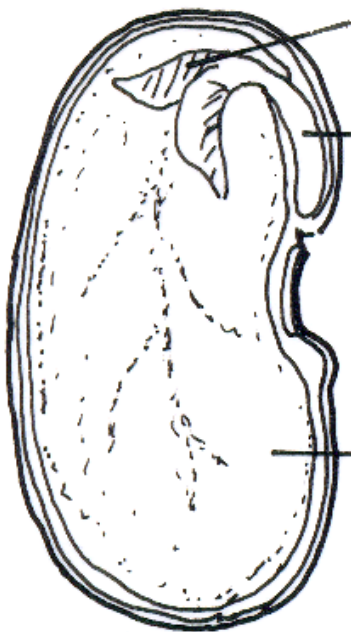
¿Cuáles son las partes del **embrión**?.....  
 .....  
 .....

**Ejercicio 4.**

a) Indique en el siguiente esquema de la semilla de poroto las cicatrices mencionadas en el texto.



b) **Realice** la disección de la semilla de poroto, ubique las partes del embrión y **complete** con los nombres en el esquema del embrión sobre el margen izquierdo. luego, **observe** la plántula y en el esquema de la derecha, **de nombre** a las partes de la plántula.



¿Qué tipo de germinación presenta la semilla de poroto?

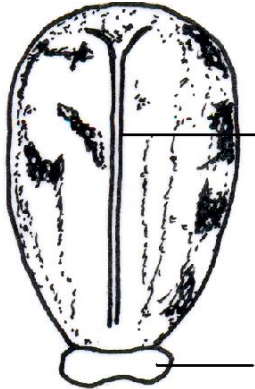
.....

¿Qué significa dicho término?

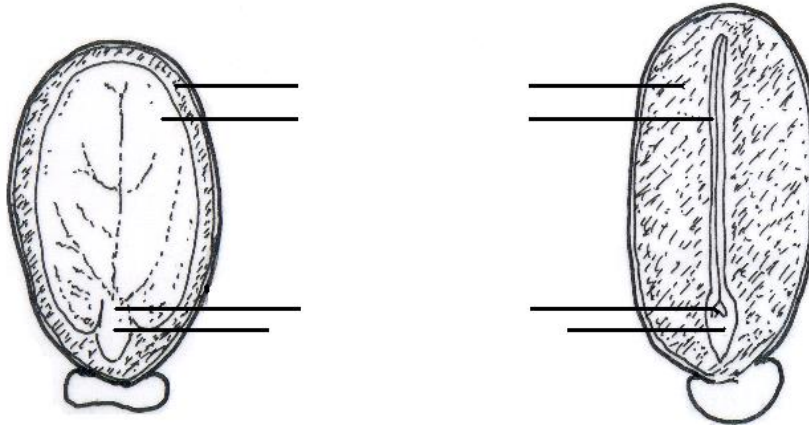
.....

**Ejercicio 5.**

a) Indicar en el siguiente esquema de semilla de ricino las cicatrices mencionadas en el texto.



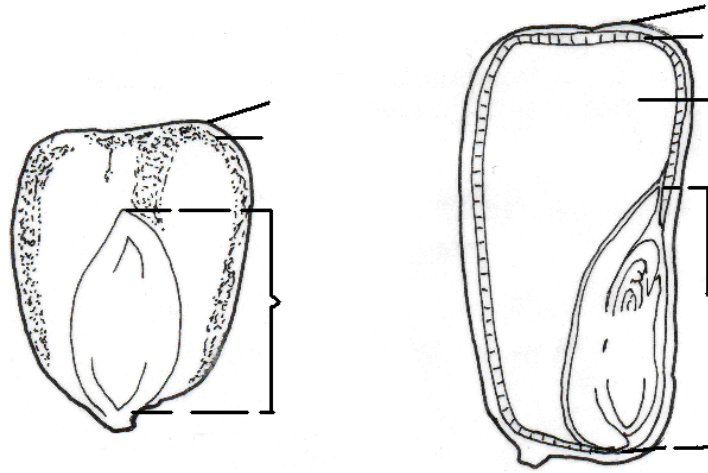
b) Indique en un **corte longitudinalmente** de la semilla de ricino las partes del embrión y las sustancias de reserva que lo rodean.



¿Qué es la carúncula?.....  
.....

**Ejercicio 6.**

a) En el material de **cariopse de maíz** recibido **observe** la cara ventral o embrional donde verá el embrión (primer esquema). Luego **realice** un corte longitudinal dorso-ventral del caripose y empleando una lupa encuentre las partes del endosperma y en posición lateral y basal observará el embrión, Complete los siguientes esquemas.



**b)** Esquematice el embrión de Poáceas o Gramíneas indicando todas sus partes.

**Ejercicio 7.** En el material entregado por el docente identifique las adaptaciones a la dispersión.

