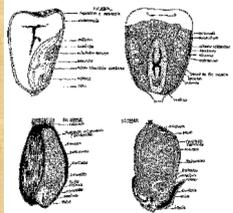




UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TECNOLOGIA DE GRANOS Y SEMILLAS

Anatomía, Morfología y Fisiología de granos y semillas.



Dra. LUZ MARIA PAUCAR MENACHO

luzpaucar@uns.edu.pe



MORFOLOGÍA, ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA DE LA SEMILLA

El ciclo vital de las plantas abarca en su fase de reproducción sexual la formación de estructuras que contiene un pequeño embrión. Este embrión se origina del crecimiento, por división celular de la ovocélula, la cual es fertilizada por el núcleo espermático del polen. El embrión, envuelto en el tegumento derivado del óvulo, es la unidad de dispersión, conservación y reproducción de la especie; el cual se denomina semilla.

MORFOLOGIA DE LA SEMILLA

Los elementos básicos de la estructura de una semilla son: tegumentos, embrión y tejido de reserva, los cuales constituyen el esporofito joven parcialmente desarrollado. En las semillas de algunas plantas el tejido nuclear persiste y puede originar el perispermo.

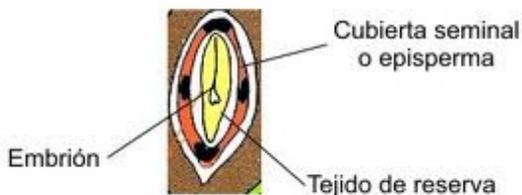
Luego de la fertilización del óvulo, crecen los llamados arilos que se desarrollan sobre la superficie de las semillas de ciertas plantas. Cuando el crecimiento ocurre sobre el funículo (Acacia) origina los llamados estrofiolos y cuando ocurre alrededor del micrópilo se llaman carúnculas (Rcinus). Los arilos son formas de adaptación que facilitan la dispersión de las semillas.

FORMACIÓN DEL GRANO

En general, los granos presentan características acordes con las especies a que pertenecen. Los elementos básicos de la estructura del grano son: tegumento, embrión y tejido de reserva.

Desde el punto de vista funcional, la semilla está compuesta de una **cobertura protectora, un eje embriionario y un tejido de reserva**

Estructura de la semilla



Cobertura protectora

Es la estructura externa que envuelve la semilla y puede estar constituida apenas por el tegumento y, en algunos casos, también por el pericarpio.

El tegumento es una cobertura formada por una capa de células; el pericarpio se origina de la pared del ovario.

La cobertura protectora tiene como funciones.

- Mantener unidas las partes internas de las semillas.
- Proteger las partes internas contra choques y abrasiones.
- Servir como barrera a la entrada de microorganismos en la semilla.
- Regular la velocidad de rehidratación de la semilla, evitando o disminuyendo posibles daos causados por las presiones desarrolladas durante la absorción.
- Regular la velocidad de los cambios gaseosos (oxígeno y gas carbónico) .
- Regular la germinación, causando en algunos casos dormancia.

En resumen, la cobertura protectora tiene funciones protectoras, reguladoras e imitadoras.

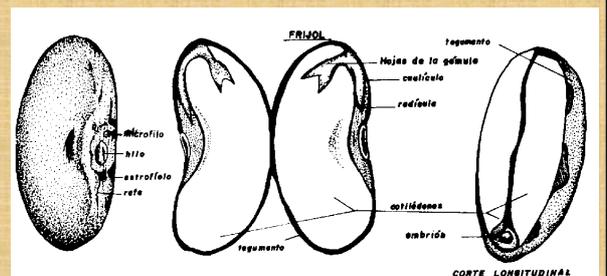
Eje embrionario

El eje embrionario tiene función reproductiva con capacidad para iniciar divisiones celulares y crecer. Es la parte vital de la semilla. Se trata de un eje porque inicia el crecimiento en dos direcciones: hacia las raíces y hacia el tallo. Generalmente, el eje embrionario es pequeño con respecto a las demás partes de la semilla.

Tejido de reserva

Es una fuente de energía y de sustancias orgánicas que son utilizadas por el eje embrionario en el proceso de germinación; eso es, desde el comienzo de la germinación hasta que se vuelve autotrófico, capaz de sintetizar materias orgánicas por el proceso de fotosíntesis.

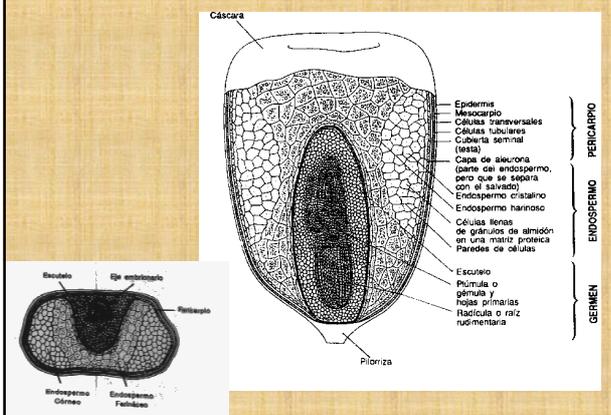
Las reservas de la semilla se pueden ubicar en los cotiledones, en el endospermo o en el perispermo



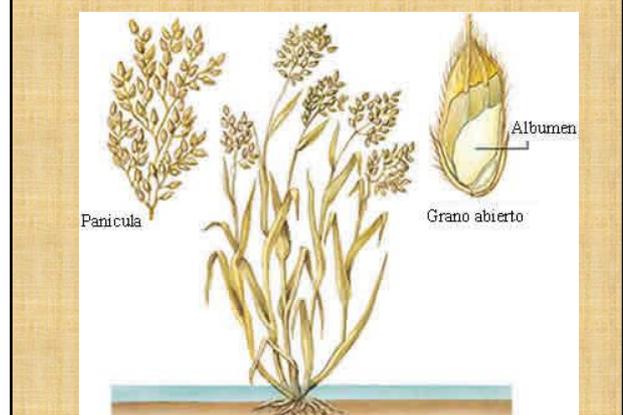
Corte longitudinal de la semilla del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

Los cotiledones constituyen el tejido de reserva.

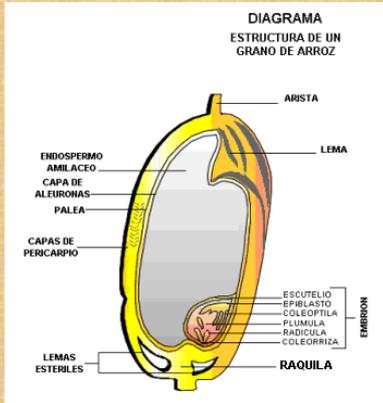
ANATOMIA, MORFOLOGIA Y FISILOGIA DEL MAIZ



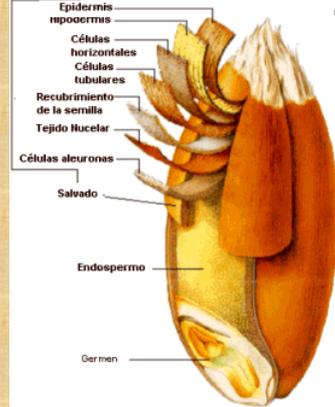
ANATOMIA, MORFOLOGIA Y FISILOGIA DEL ARROZ



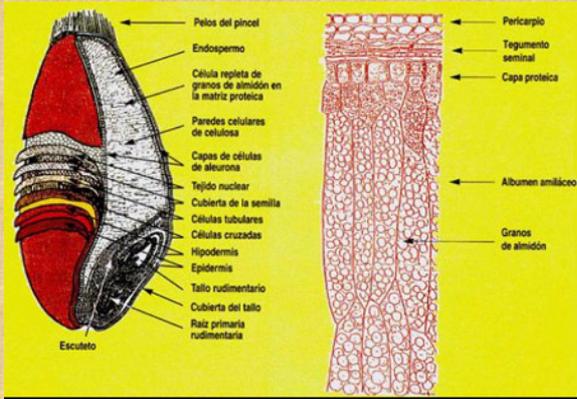
ANATOMIA, MORFOLOGIA Y FISIOLÓGIA DEL GRANOS DE ARROZ



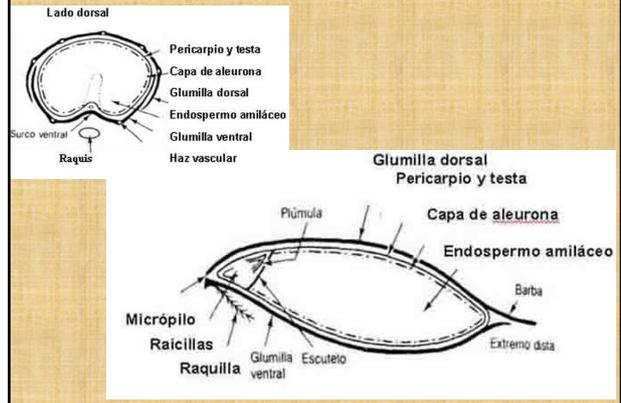
ANATOMIA, MORFOLOGIA Y FISIOLÓGIA DEL GRANOS DE TRIGO



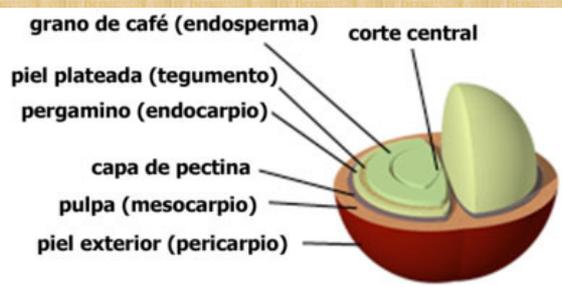
ANATOMIA, MORFOLOGIA Y FISIOLÓGIA DEL GRANOS DE TRIGO



ANATOMIA, MORFOLOGIA Y FISIOLÓGIA DEL GRANOS DE CEBADA



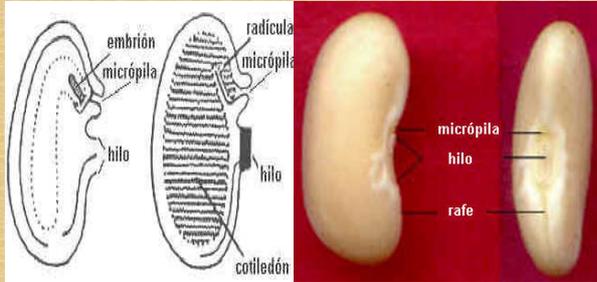
ANATOMIA, MORFOLOGIA Y FISIOLÓGIA DEL GRANOS DE CAFÉ



MORFOLOGIA EXTERNA

- ü En frutos secos indehiscentes el episperma es delgado y membranáceo, puede quedar reducido a una capa de células, como en las especies de la familia Apiaceae o en *Lactuca*, o desaparecer como sucede en *Zea mays*.
- ü En el cariopse de *Triticum* quedan restos de las cutículas.

MORFOLOGÍA EXTERNA

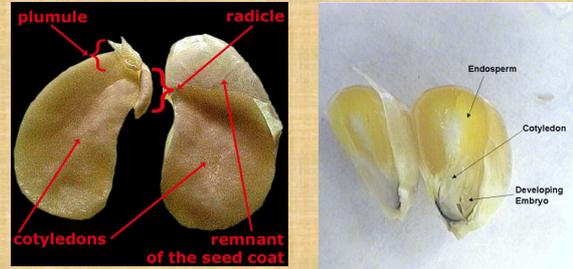


Semilla de *Phaseolus sp.*, poroto

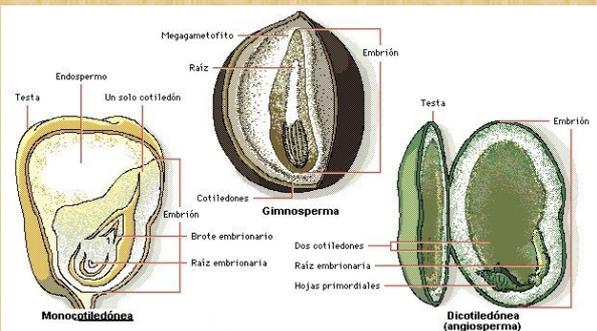
Corte longitudinal del óvulo, campilótropo, y de la semilla resultante (Esquemas de Goebel)

Morfología externa

MORFOLOGÍA INTERNA DE LA SEMILLA



MORFOLOGÍA INTERNA DE LA SEMILLA



SUSTANCIAS ALMACENADAS EN LA SEMILLA

ü La más común es el **almidón**. Las semillas con alto contenido en almidón tienen endospermo farináceo, como las de especies de la familia Poaceae.

ü **Proteínas**: se encuentran en una capa llamada aleurona en los cereales, o como gluten, que determina las posibilidades de panificación de las distintas harinas: capacidad de hacer masas consistentes y plásticas.

SUSTANCIAS ALMACENADAS EN LA SEMILLA

ü **Grasas y aceites**: Generalmente los lípidos se acumulan en los cotiledones como en las nueces, el girasol y el maní, que son semillas oleaginosas.

ü **Hemicelulosas**: se acumulan en las paredes celulares, que se vuelven extremadamente gruesas, duras y pesadas.

SUSTANCIAS ALMACENADAS EN LA SEMILLA

- En algunas semillas como las de *Diospyros* (Ebenaceae) las sustancias de reserva del endosperma se acumulan en las paredes celulares; se trata de polisacáridos no celulósicos que forman estratos muy duros, que durante la germinación se descomponen fácilmente por vía enzimática.

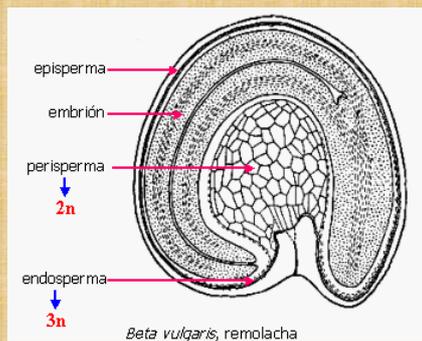
SUSTANCIA DE RESERVA EN LOS DIFERENTES TIPOS DE SEMILLAS

- **Semillas albuminadas o endospermadas:** Se acumulan en el endosperma originado en la doble fecundación.

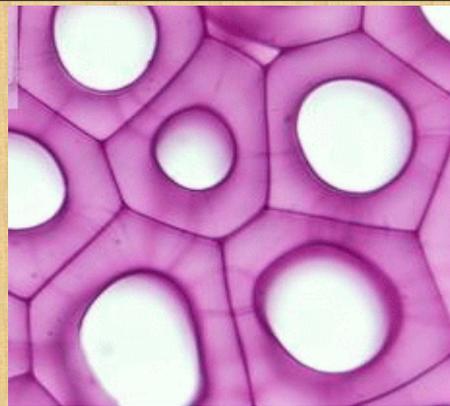
Los embriones presentan frecuentemente cotiledones foliáceos o filiformes. Ejs.: Poaceae, Liliaceae, Arecaceae, Euphorbiaceae, Apiaceae.

SUSTANCIA DE RESERVA EN LOS DIFERENTES TIPOS DE SEMILLAS

- **Semillas perispermadas:** El perisperma es el tejido nucelar que perdura y se carga de sustancias de reserva. Se encuentra en *Chenopodiaceae*, *Amaranthaceae*, *Polygonaceae*, y se considera como un carácter primitivo.
- **Semillas exalbuminadas:** Las sustancias de reserva se acumulan en los cotiledones, como en los frutos en nuez, muchas leguminosas: poroto, arveja y maní. Son las más evolucionadas, el embrión tiene una plúmula con epicótilo desarrollado y varios primordios foliares.



Beta vulgaris, remolacha

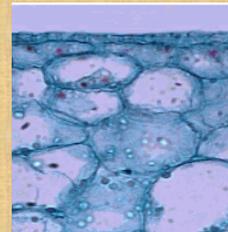


Semilla perispermada de *Beta vulgaris*

SEMILLAS ALBUMINADAS DE MONOCOTILEDÓNEAS

- En las semillas de Gimnospermae se almacenan grasas, aceites y proteínas en el endospermo primario, prótalo o gametófito femenino, cuya dotación cromosómica es haploide

- Semillas exalbuminadas o exendospermadas
- En estas semillas, el endosperma se consume durante el desarrollo del embrión. Las sustancias de reserva para la germinación se acumulan en los cotiledones, que se vuelven carnosos.



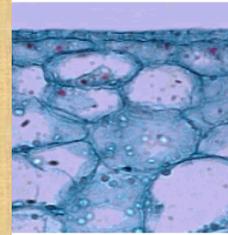
Cotiledón,
parénquima reservante

SEMILLAS ALBUMINADAS DE MONOCOTILEDÓNEAS

ü En las semillas de Gimnospermae se almacenan grasas, aceites y proteínas en el endospermo primario, prótalo o gametófito femenino, cuya dotación cromosómica es haploide

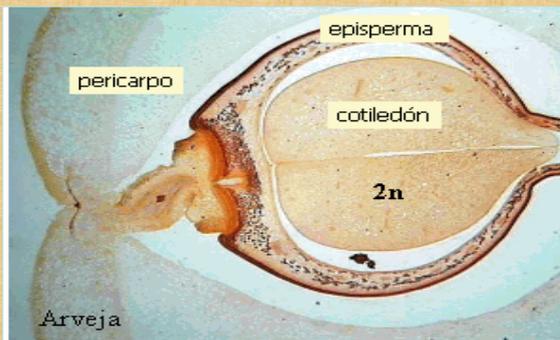
• Semillas exalbuminadas o exendospermadas

En estas semillas, el endosperma se consume durante el desarrollo del embrión. Las sustancias de reserva para la germinación se acumulan en los cotiledones, que se vuelven carnosos.



Cotiledón, parénquima reservante

• Semillas exalbuminadas o exendospermadas



APENDICES DE SEMILLAS

- ü Las semillas pueden presentar apéndices como alas, pelos, arilos, que están relacionados con la dispersión.
- ü Los pelos son propios de semillas pequeñas, contenidos frecuentemente en frutos de dehiscencia lenta, por ej. las semillas de Asclepiadáceas.

APENDICES DE SEMILLAS

ü Los pelos de las semillas del algodón pueden medir de 10 a 65 mm, se utilizan en la industria textil, y se conocen comercialmente como "fibra de algodón".

APENDICES DE LAS SEMILLAS



CUADRO 1: Composición química de algunos granos

Especie	Agua %	Proteína (g)	Lípidos (g)	Carbohidratos		Cenizas (g)
				Total (g)	Fibra (g)	
Frijol blanco	10,9	22,3	1,6	61,3	4,3	3,9
Frijol rojo	10,4	22,5	1,5	61,9	4,2	3,7
Frijol negro y castaño	11,2	22,3	1,5	61,2	4,4	3,8
Maní	5,6	26,0	47,5	18,6	2,4	2,3
Arroz (no procesado)	12,0	7,5	1,9	77,4	0,9	1,2
Centeno	11,0	12,1	1,7	73,4	2,0	1,8
Sorgo	11,0	11,0	3,3	73,3	1,7	1,7
Soja	10,0	34,1	17,7	33,5	4,9	4,7
Trigo	13,0	14,0	2,2	69,1	2,3	1,7
Girasol	4,8	24,0	47,3	19,9	3,8	4,0

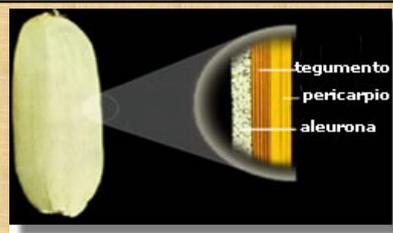
CUADRO 2: Composición química de algunos granos

	Agua gr.	Proteínas gr.	Lípidos gr.	Glúcidos gr.	Fibra gr.	Minerales gr.
Arroz	13.1	12.6	2.4	75.4	0.7	1.2
Avena	13.0	12.6	5.7	62.9	1.6	2.9
Trigo	13.2	11.7	2.2	69.3	2.0	1.5
Cebada	11.7	10.6	2.1	71.8	1.6	2.3
Maíz	12.5	9.2	3.8	70.0	2.2	1.3
Centeno	13.7	11.6	1.7	69.0	2.1	1.9

CUADRO 3: Composición química de algunos productos elaborados a base de granos

	Energía (Kcal)	Agua gr.	Proteínas gr.	Lípidos gr.	Glúcidos gr.		Fibra gr.	Minerales mg.			Vitaminas mg.		
					Azúcares	Polisacáridos		K	P	Vit. B1	Vit. B2	Vit. B3	
H A R I N A S	Centeno	296	12.0	10.0	1.9	tr.	59.7	15.0	390	286	0.30	0.20	1.60
	Trigo	338	13.0	10.0	1.3	1.5	70.0	3.5	135	120	0.10	0.05	0.60
	Germen Trigo	333	11.5	25.0	11.1	13.0	20.3	15.9	871	971	2.00	0.60	5.70
	Sémola Trigo	343	11.0	12.6	1.2	tr.	70.4	4.0	193	143	0.20	0.07	2.70
P A N E S	Blanco barra	236	34.6	8.3	1.6	1.8	45.2	3.5	120	90	0.08	0.05	1.70
	Blanco molde	245	36.9	7.3	3.7	4.0	41.7	3.6	129	91	0.18	0.04	1.50
	Blanco tipo "baguette"	266	29.0	8.0	1.1	1.9	54.0	3.5	120	90	0.09	0.05	1.00
	Integral barra	229	36.4	9.0	1.8	2.3	41.9	7.0	225	195	0.30	0.14	3.40
B O L L E R I A	Bollo leche	360	24.0	10.0	14.6	2.8	44.2	2.5	246	125	0.20	0.10	1.50
	Croissant	405	14.8	7.5	17.2	7.5	47.5	2.2	136	124	0.30	0.20	2.30
	Magdalen	395	28.0	6.1	22.4	19.2	20.7	1.0	88	231	0.05	0.10	0.50
	Ensamada	458	21.7	5.7	31.3	7.2	31.2	1.7	84	79	0.07	0.08	0.62
Pasta alimenticia	347	9.5	12.5	1.4	2.6	68.3	5.0	236	167	0.15	0.04	2.50	

Composición en 100 gramos de porción comestible.



MUCHAS GRACIAS
luzpaucar@ms.edu.pe