



Facultad de Estudios Superiores  
**IZTACALA**

# TOLERANCIA A LA DESECACIÓN EN SEMILLAS

¿POR QUÉ ALGUNAS SEMILLAS PUEDEN ALMACENARSE POR LARGOS PERIODOS DE TIEMPO Y OTRAS NO?

[CLICK AQUÍ](#)



**PROYECTO PAPIME: PE-206720**

**Texto e Información:** Cesar Alejandro Ordoñez Salanueva.  
**Imagen y Diseño:** Andrea Vega Ibáñez, Valeria del Carmen Rosas Balderas

Conoce acerca de **tolerancia a la desecación de las semillas**, dando click en los recuadros verdes.

ADQUISICIÓN A  
LA TOLERANCIA

COMPORTAMIENTO DE  
ALMACENAMIENTO

ESTRUCTURA DE  
LA SEMILLA



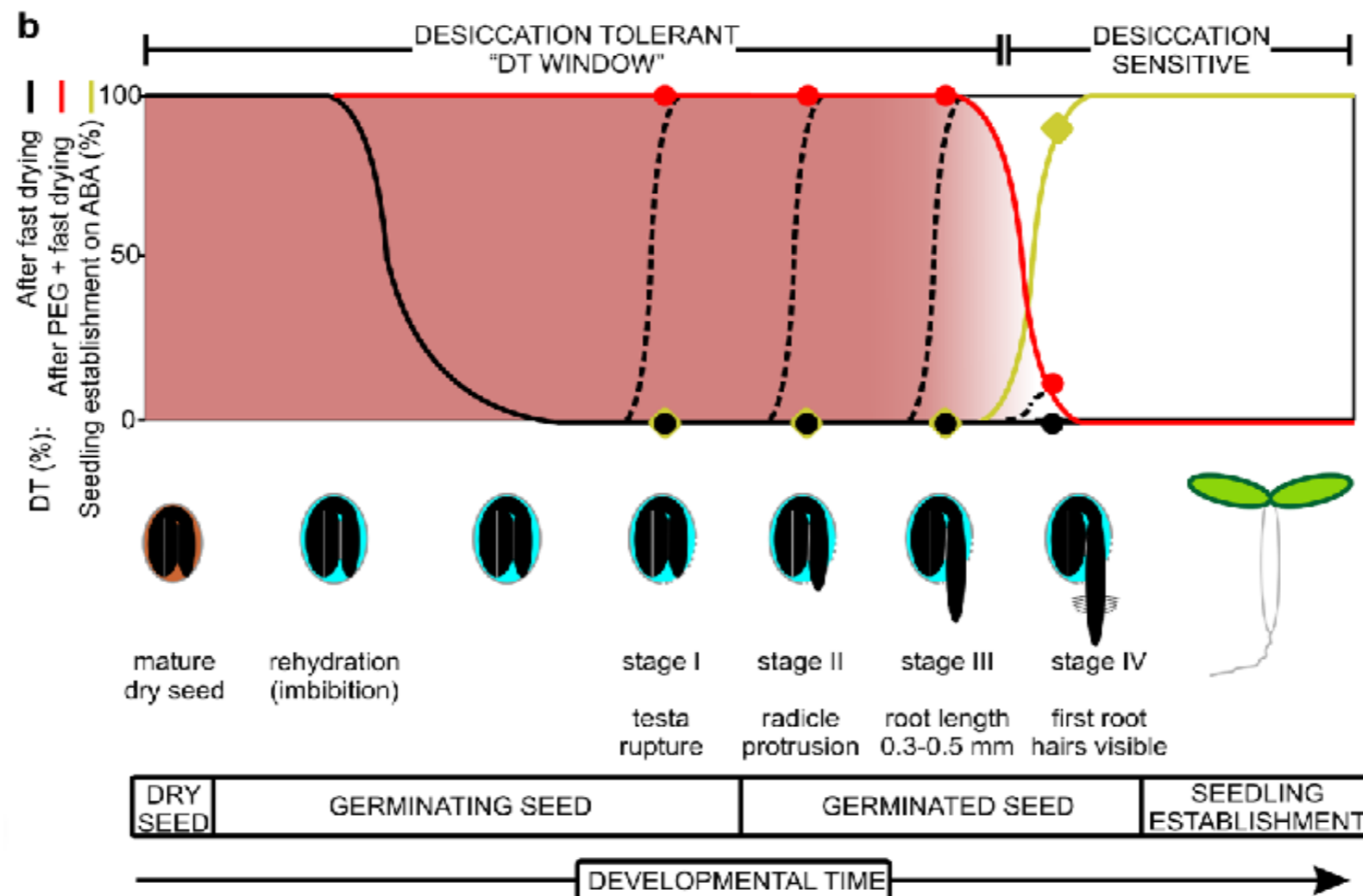
MECANISMOS DE  
TOLERANCIA

RESERVAS DE  
ALMACENAMIENTO

# ADQUISICIÓN DE LA TOLERANCIA A LA DESECACIÓN

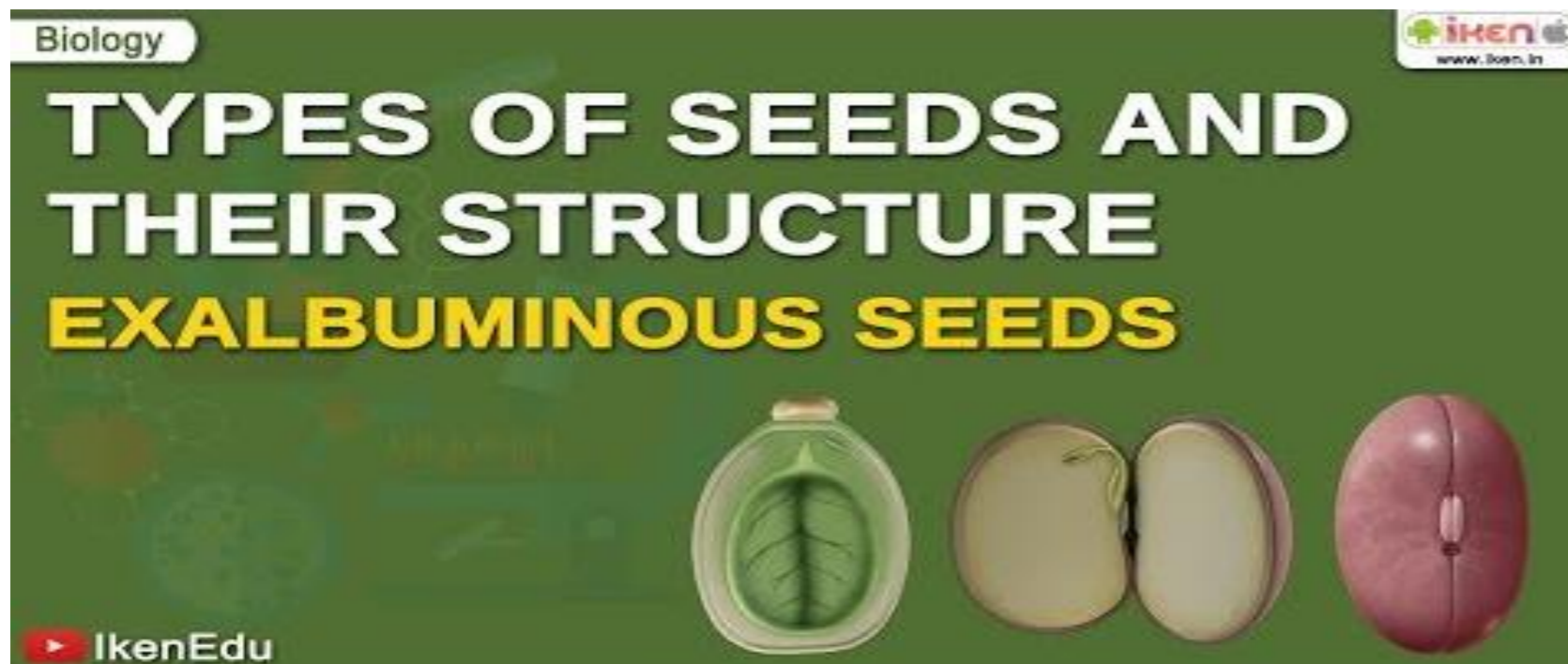
Regresar

La tolerancia a la desecación se refiere a la capacidad de un organismo para soportar la pérdida extrema de agua celular sin daños irreversibles, en las semillas se adquiere durante el desarrollo antes de la etapa de maduración



# ESTRUCTURA DE LAS SEMILLAS

La gran mayoría de las semillas de las angiospermas están constituidas por tres componentes genéticamente diferentes: el **embrión**, el **endospermo** y el **epispermo**.



EMBRIÓN

ENDOSPERMO

EPISPERMO

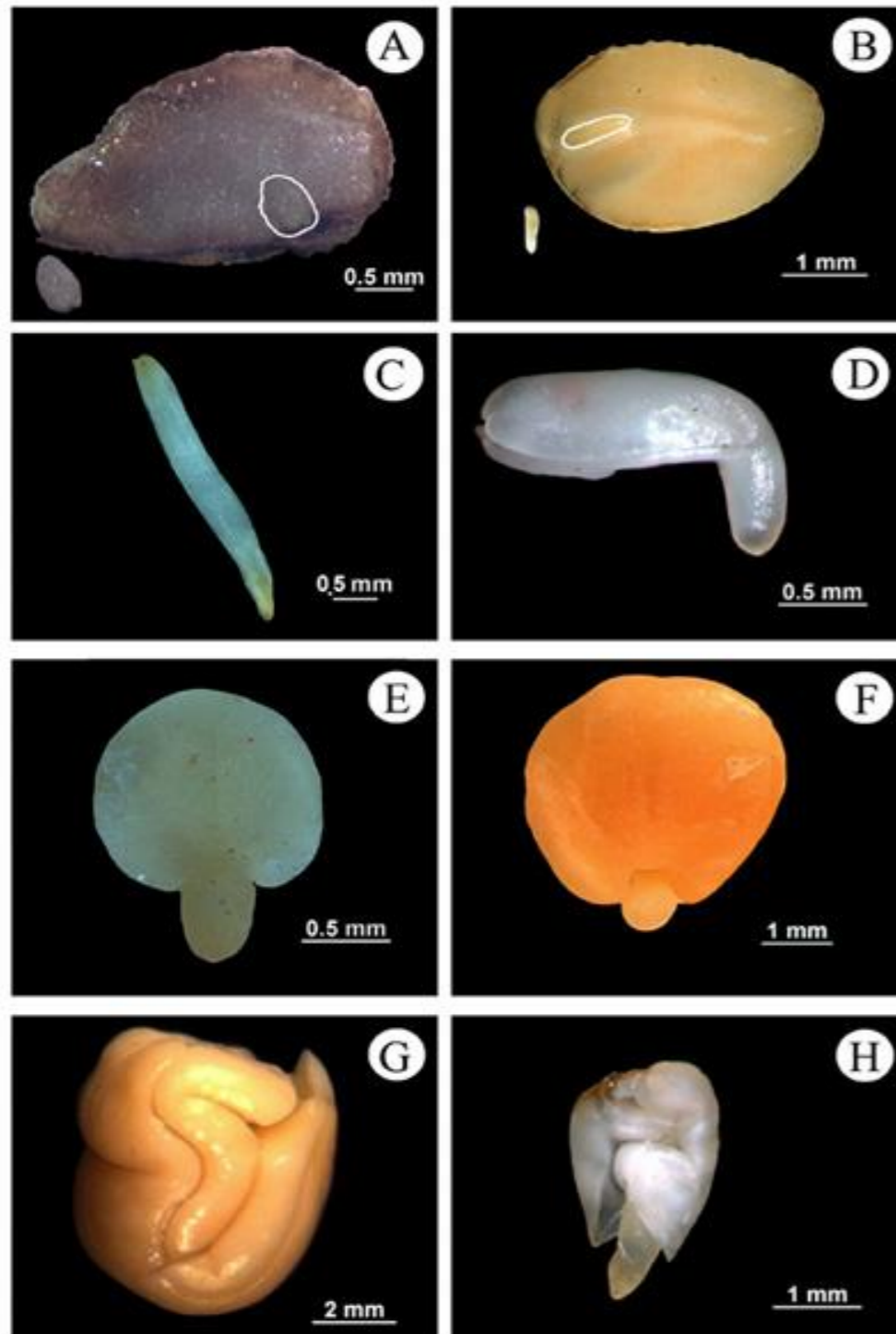
<https://www.youtube.com/watch?v=unZJoNEXCmQ>

Regresar  
al inicio

Regresar

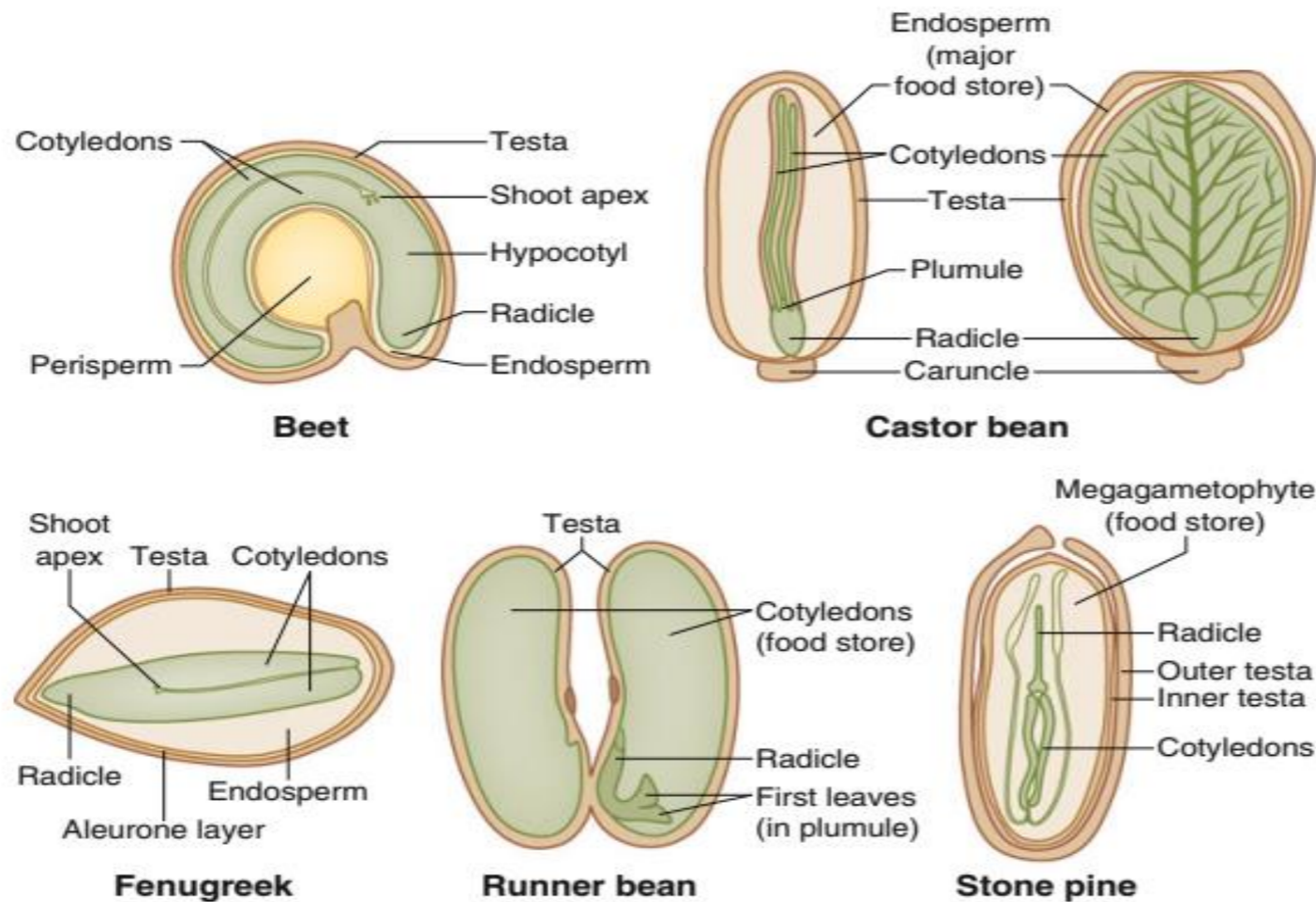
## EMBRIÓN

El embrión es el esporofito recién formado producto de la fertilización, se encuentra cubierto por el endospermo y la cubierta seminal, consta del eje embrionario y uno a más cotiledones. El eje embrionario se divide en cuatro zonas: en la parte basal se ubica el primordio de la raíz (radícula), en el extremo apical se ubica el primordio de las hojas verdaderas (plúmula), la porción del eje embrionario que va de la radícula a los cotiledones se denomina hipocótilo y la porción del eje embrionario que va de los cotiledones a la plúmula se denomina epicótilo.



Regresar  
al inicio

Regresar



DOI 10.1007/978-1-4614-4693-4

**ENDOSPERMO**

El endospermo es un tejido nutritivo que contribuye al crecimiento del embrión, a la germinación y funciona como un integrador del crecimiento y desarrollo, incluyendo la señalización entre diferentes compartimentos seminales. Después de la fertilización la célula central del saco embrionario experimenta repetidas divisiones nucleares seguidas de la formación de pared celular y la consecuente celularización del tejido dando origen al endospermo

Regresar  
al inicio

Regresar



istockphoto.com



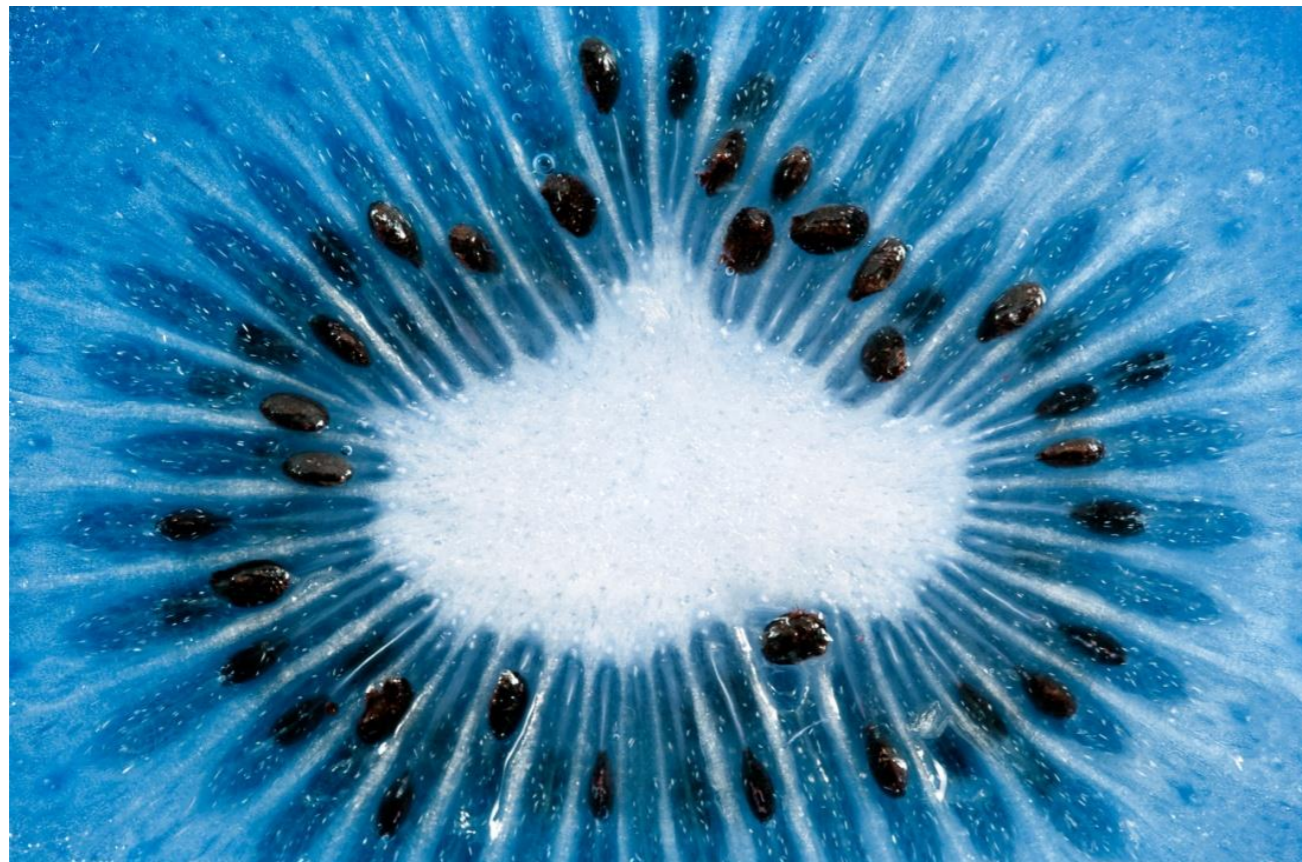
**EPISPERMO**

La cubierta seminal se desarrolla a partir de los tegumentos del óvulo cuando solo existe un tegumento (gimnospermas) se denomina testa, cuando existen dos tegumentos (angiospermas) el tegumento interno origina al tegmen y el tegumento externo origina a la testa..

# RESERVAS DE ALMACENAMIENTO DE LAS SEMILLAS

Regresar

El desarrollo de las semillas ocurre en tres etapas secuenciales la segunda de ellas se denomina depósito de reservas, las principales sustancias de almacenamiento son **carbohidratos**, **lípidos** y **proteínas**. Los compuestos de reserva se encuentran principalmente en el endospermo y el embrión (cotiledones), aunque a veces también se pueden encontrar en el perispermo o la calaza.



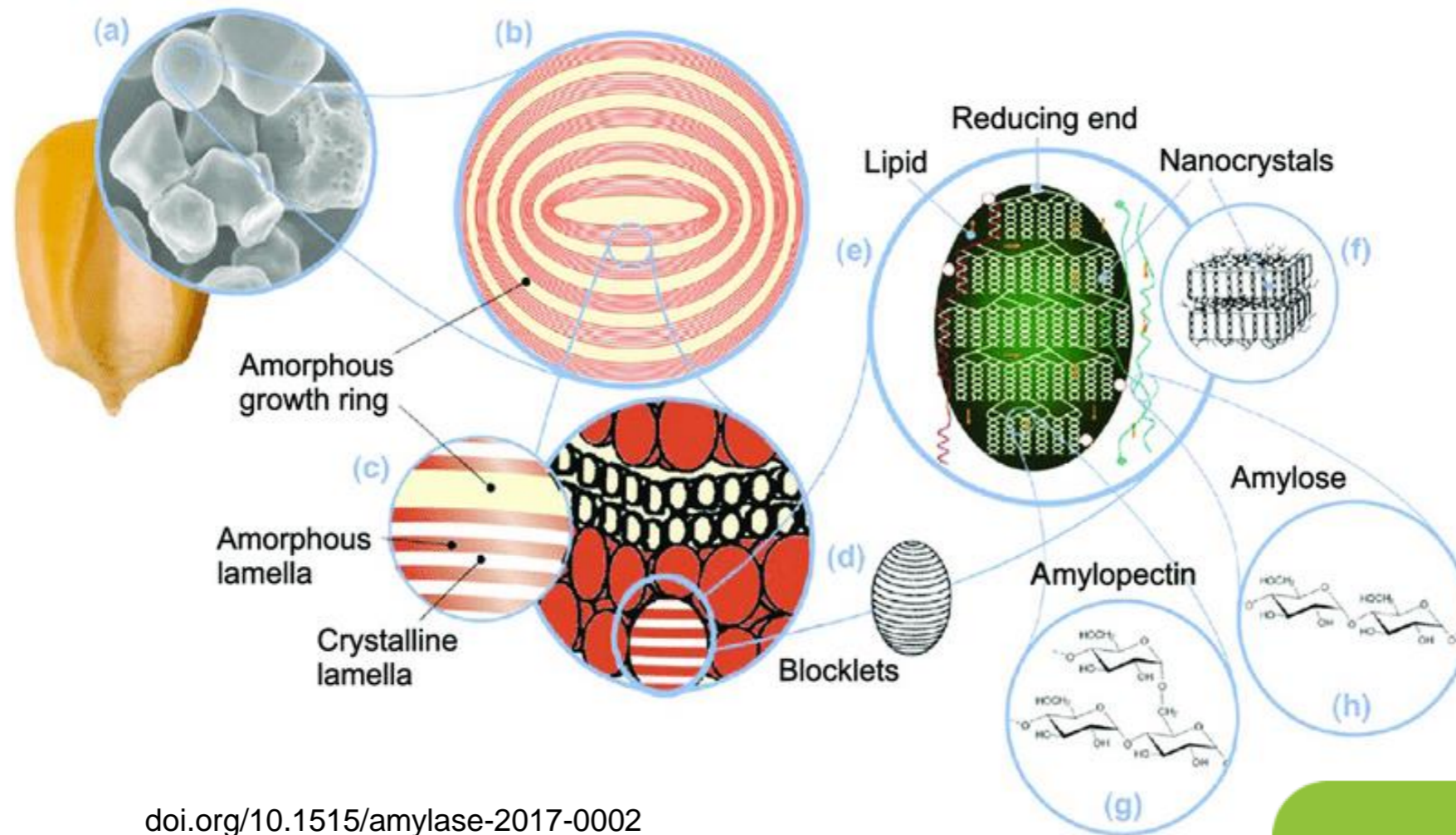
RGB Stock.com

CARBOHIDRATOS

LÍPIDOS

PROTEÍNAS





[doi.org/10.1515/amylase-2017-0002](https://doi.org/10.1515/amylase-2017-0002)

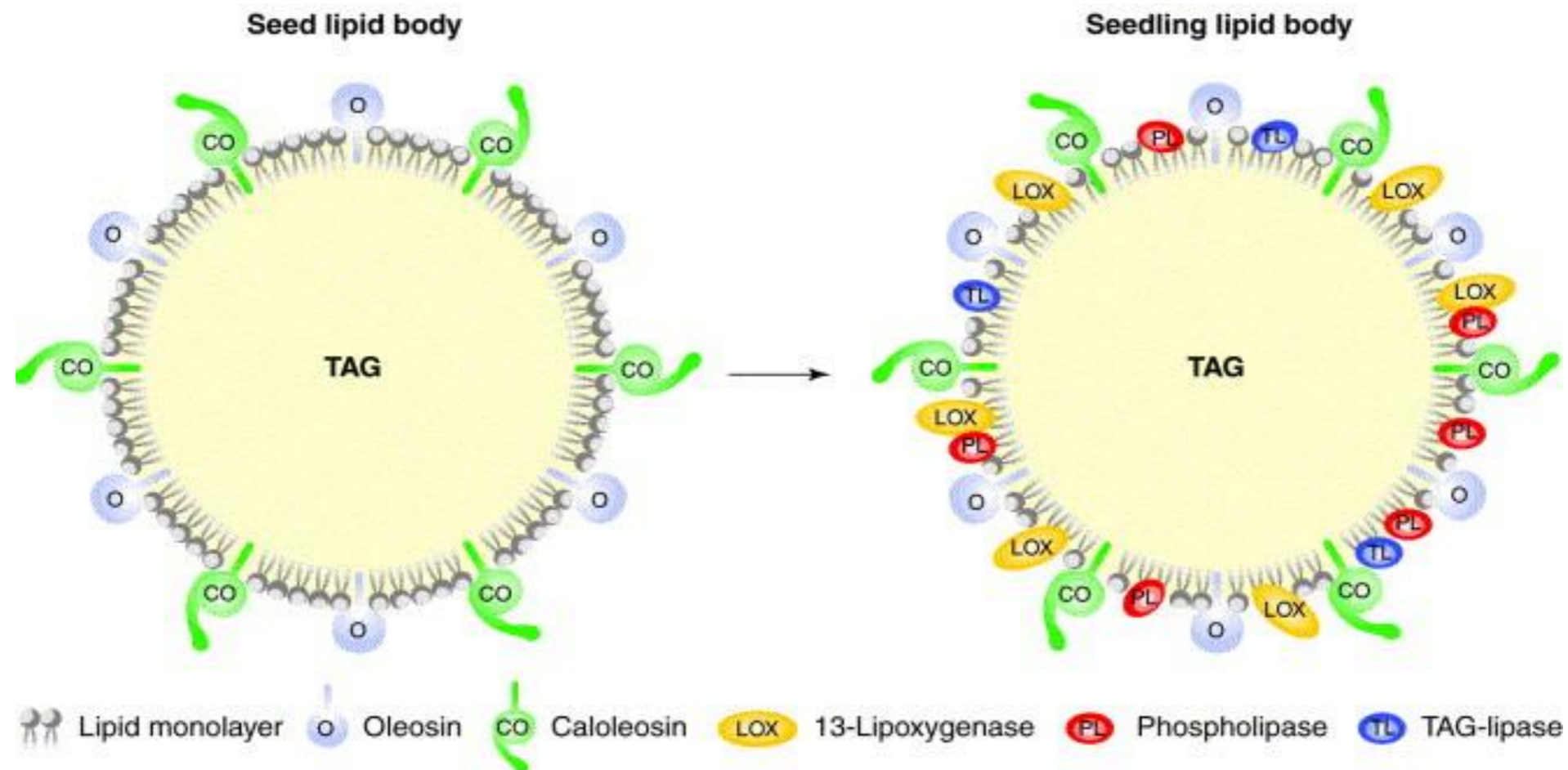
## CARBOHIDRATOS

Los carbohidratos representan entre el 50 y 80 % de la masa seca de las semillas cultivadas. El almidón es el carbohidrato más comúnmente presente, se sintetiza en los amiloplastos formando gránulos.

Regresar  
al inicio

# LÍPIDOS

Regresar



doi.org/10.1016/S1360-1385(01)01950-1

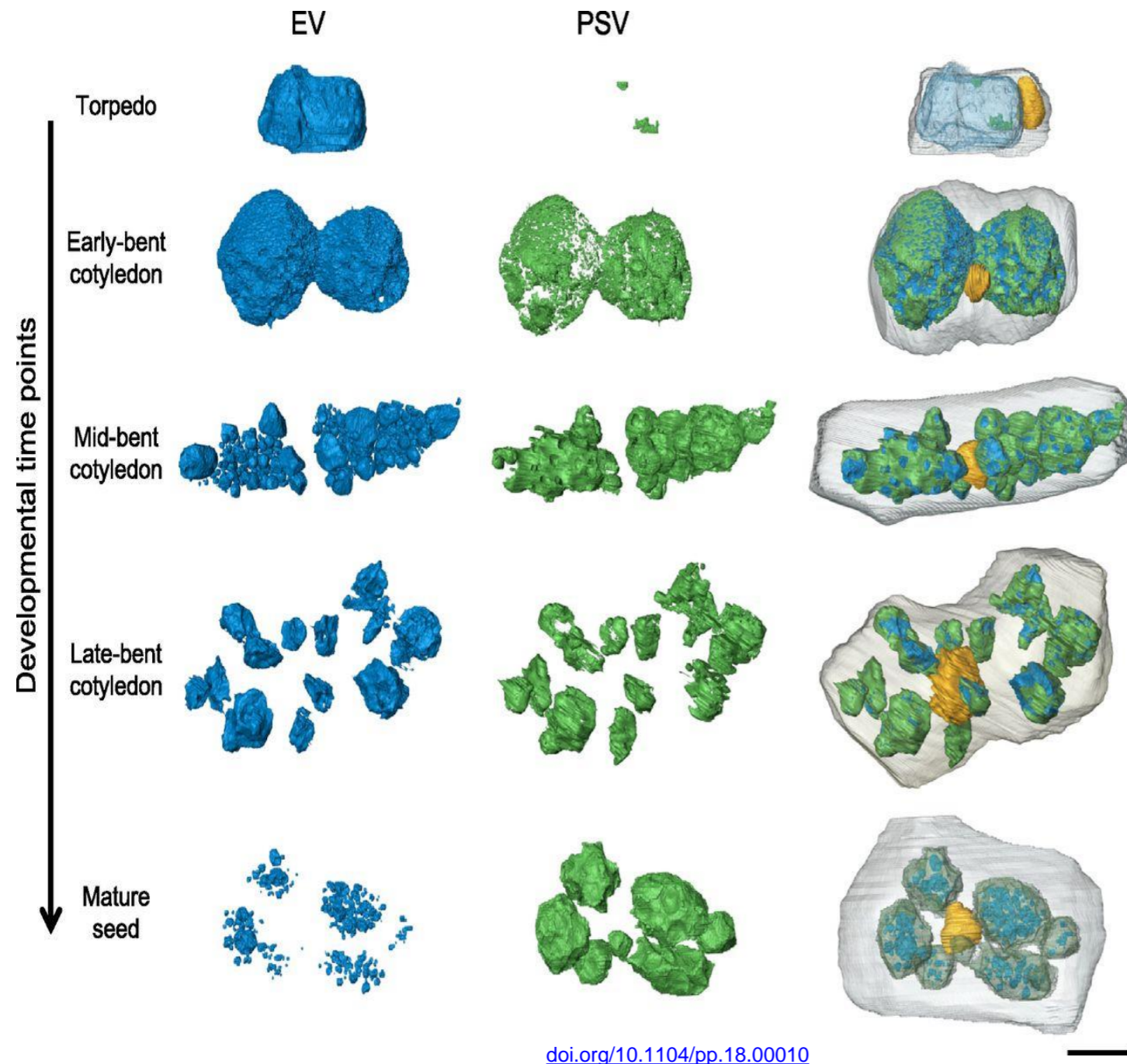
*TRENDS in Plant Science*

Los lípidos de reserva más comunes son los triacilgliceroles la mayoría de las veces en forma de aceites, algunas semillas también pueden contener cantidades apreciables de fosfolípidos, glucolípidos y esteroides. Los triacilgliceroles se almacenan en los oleosomas o cuerpos lipídicos tanto en el endospermo como en el embrión, cuando las semillas tienen altos contenidos de lípidos se denominan oleaginosas

Regresar  
al inicio

# PROTEÍNAS

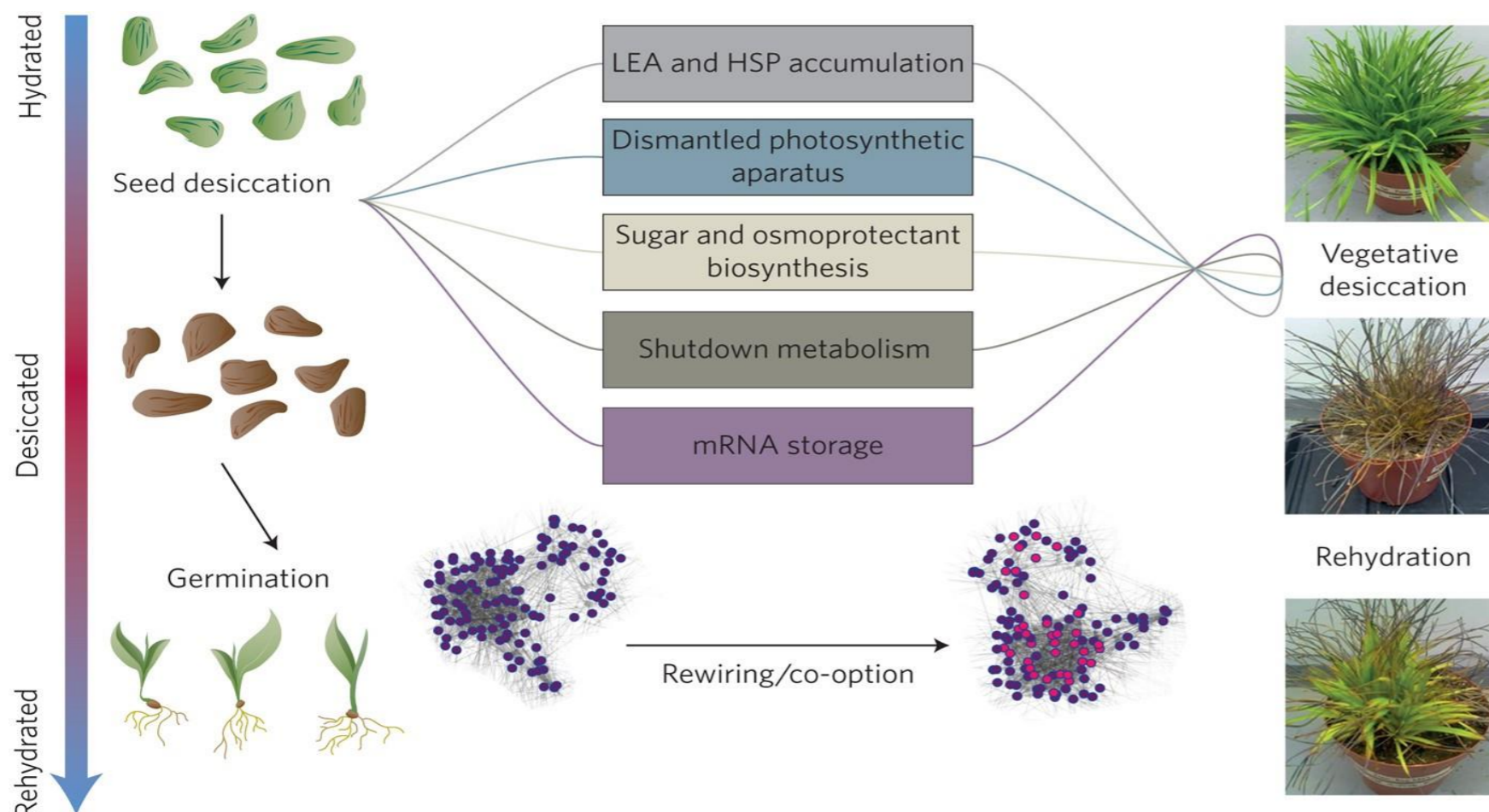
Regresar



Las proteínas de reserva más abundantes en las semillas de los cereales son las del tipo de las prolaminas, a excepción de la avena y el arroz en donde se almacenan globulinas. En dicotiledóneas y gimnospermas se almacenan albuminas y globulinas. La síntesis de proteínas ocurre entre el núcleo y el retículo endoplasmático rugoso y se almacenan en orgánulos especializados denominados vacuolas de almacenamiento de proteínas (PSV)

# MECANISMOS DE TOLERANCIA

Las plantas tolerantes a la desecación no evitan la pérdida de agua, pero se protegen contra su remoción al detener el metabolismo y activar mecanismos de protección como la **estabilización estructural**, la acumulación de **moléculas protectoras** y la eliminación de **ERO**.



ESTABILIZACIÓN  
ESTRUCTURAL

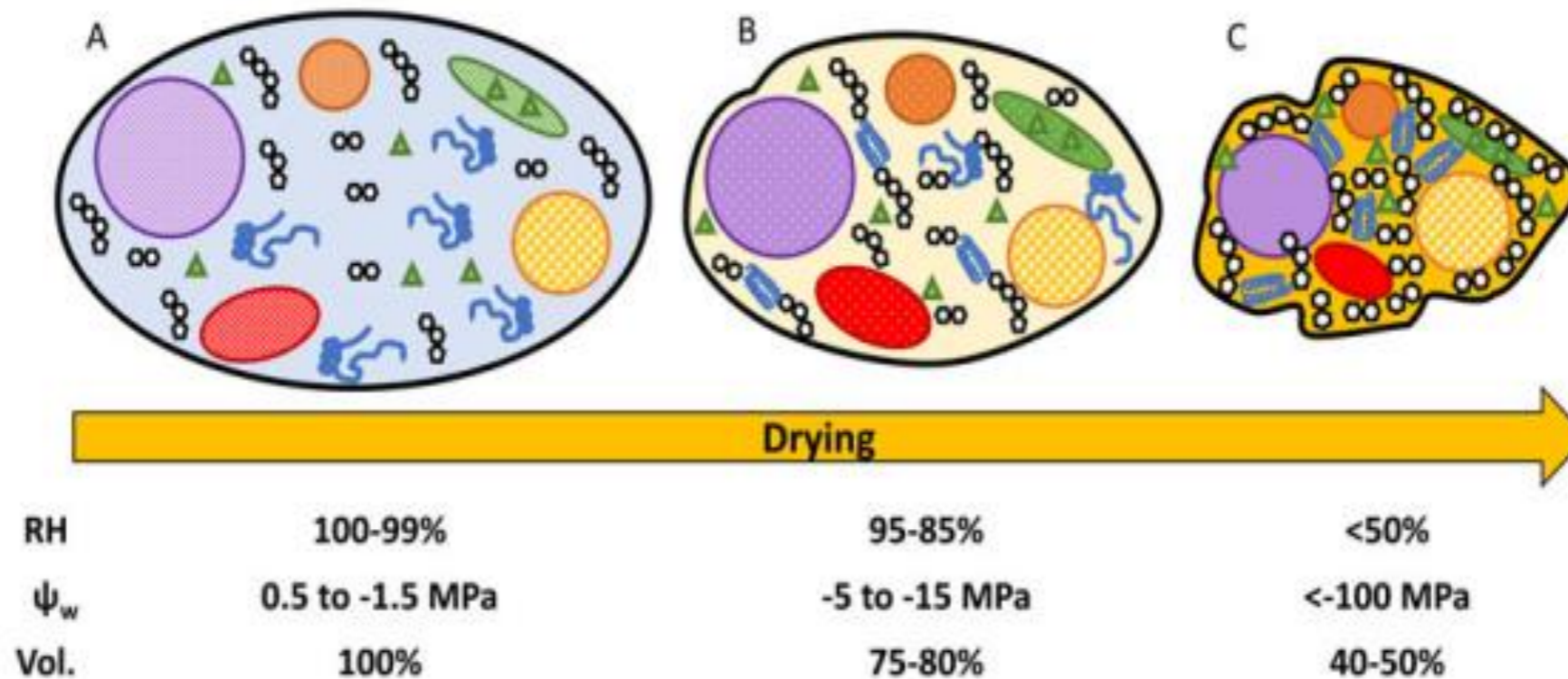
MOLÉCULAS  
PROTECTORAS

ERO

Regresar  
al inicio

## ESTABILIZACIÓN ESTRUCTURAL

Regresar



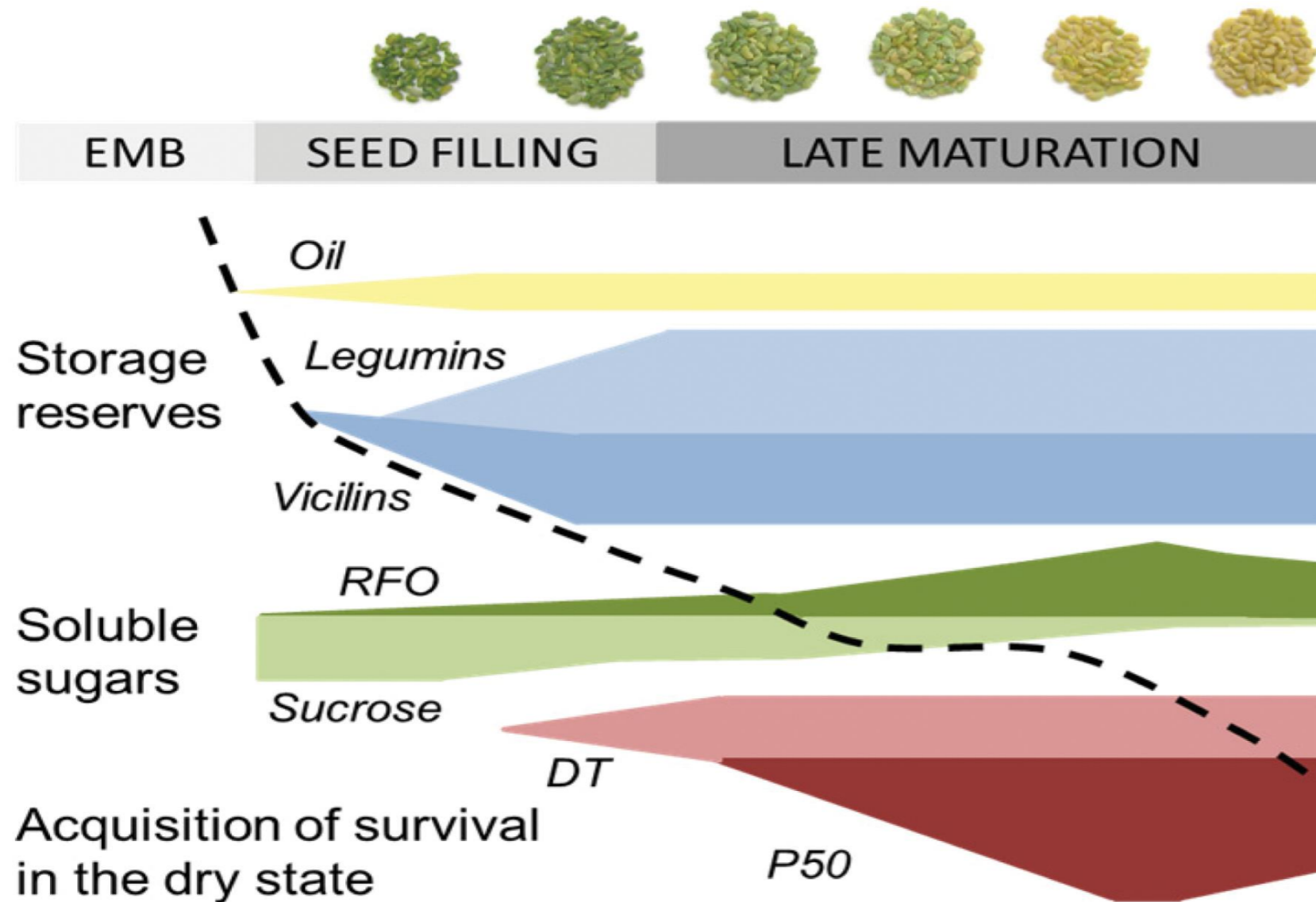
[doi.org/10.1017/0960258520000239](https://doi.org/10.1017/0960258520000239)

El estrés mecánico causado por la eliminación de agua, incluye modificaciones de la pared celular, las membranas del citoesqueleto y la compactación de la cromatina. La estabilización mecánica se obtiene por la acumulación de reservas de almacenamiento complejas en las vacuolas, plastídios y el citoplasma; el almacenamiento de proteínas y lípidos llenan las células y ofrecen resistencia contra el colapso celular al secarse.

Regresar  
al inicio

## MOLÉCULAS PROTECTORAS

Regresar



AZÚCARES NO  
REDUCTORES

PROTEÍNAS DE  
RESPUESTA DE  
ESTRÉS

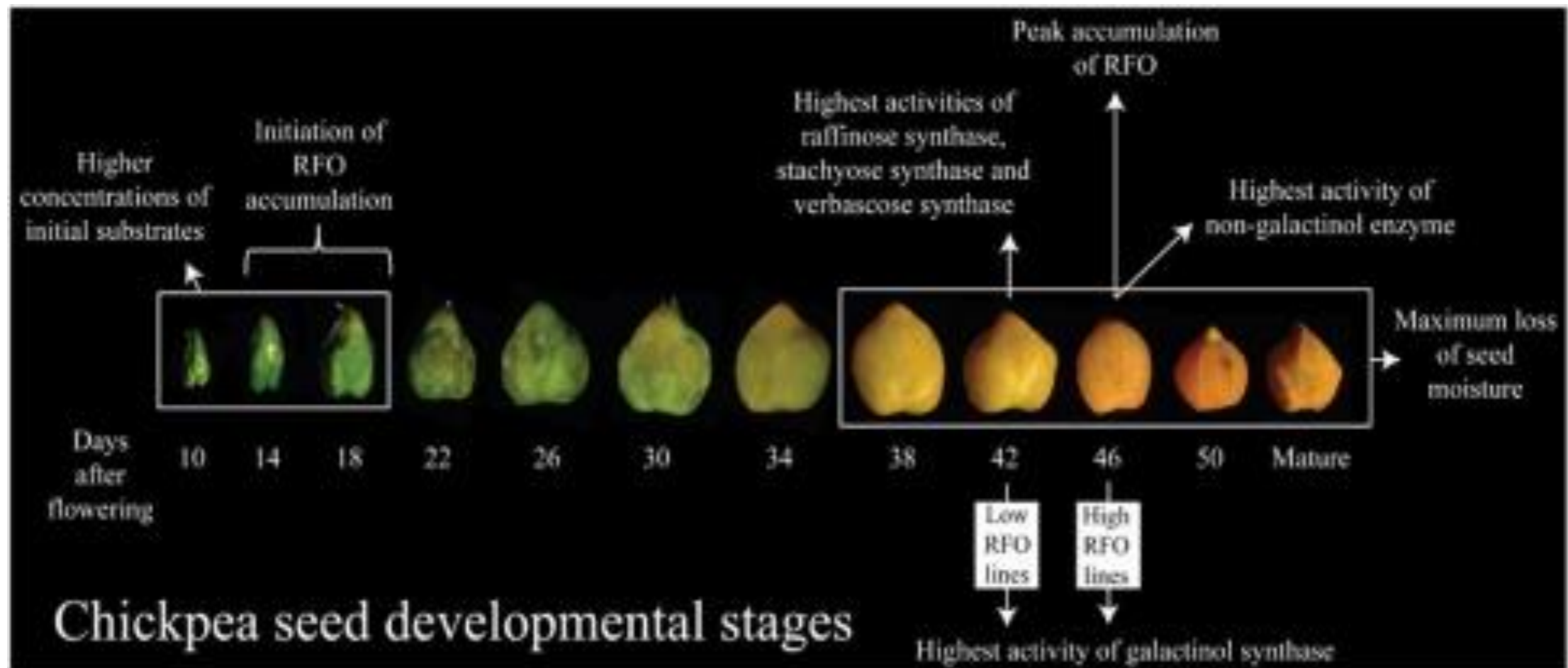
doi:10.1093/jxb/erw363

Las principales moléculas de protección que se acumulan durante el proceso de desecación son **azúcares** no reductores y **proteínas** de respuesta a estrés

Regresar  
al inicio

## AZÚCARES NO REDUCTORES

Regresar



[doi.org/10.1016/j.phytochem.2016.02.009](https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2016.02.009)

Los oligosacáridos de la familia de la sacarosa y rafinosa, se acumulan a niveles relativamente altos en las semillas durante la desecación, estos azúcares no reductores llenan el volumen libre entre las moléculas creados durante la deshidratación, lo que permite una menor movilidad molecular.

Regresar  
al inicio

## PROTEÍNAS DE RESPUESTA DE ESTRÉS

Regresar



istockphoto.com

LEA

sHSPs

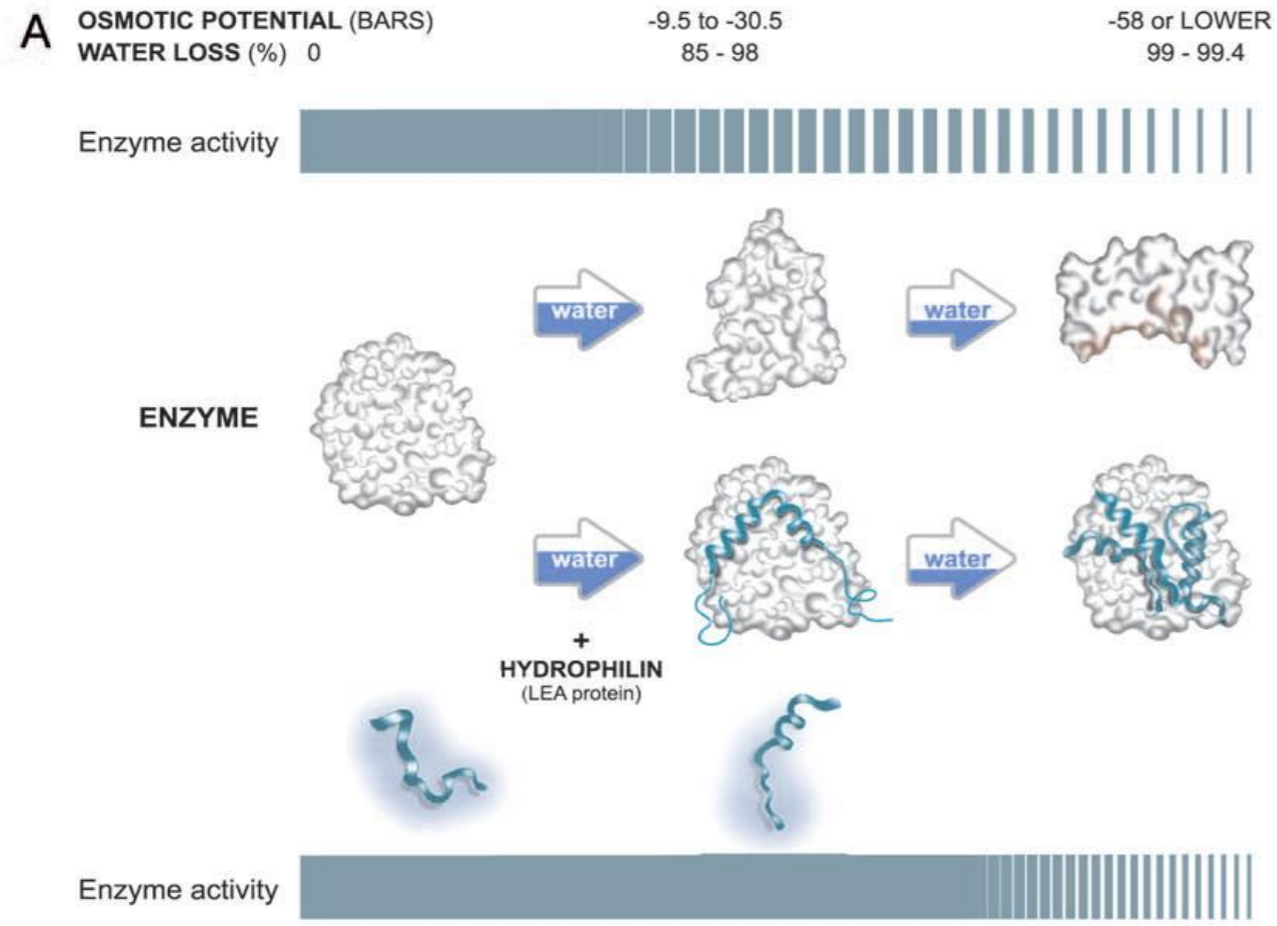
Las proteínas inducidas por la desecación pueden actuar directamente como protección durante la desecación y la rehidratación o indirectamente catalizando la síntesis de otras moléculas protectoras tales como los antioxidantes; las proteínas que han mostrado mayor actividad y expresión durante la desecación son las proteínas abundantes de la embriogénesis tardía (**LEA**), las proteínas de choque térmico pequeñas (**sHSPs**) y las enzimas antioxidantes



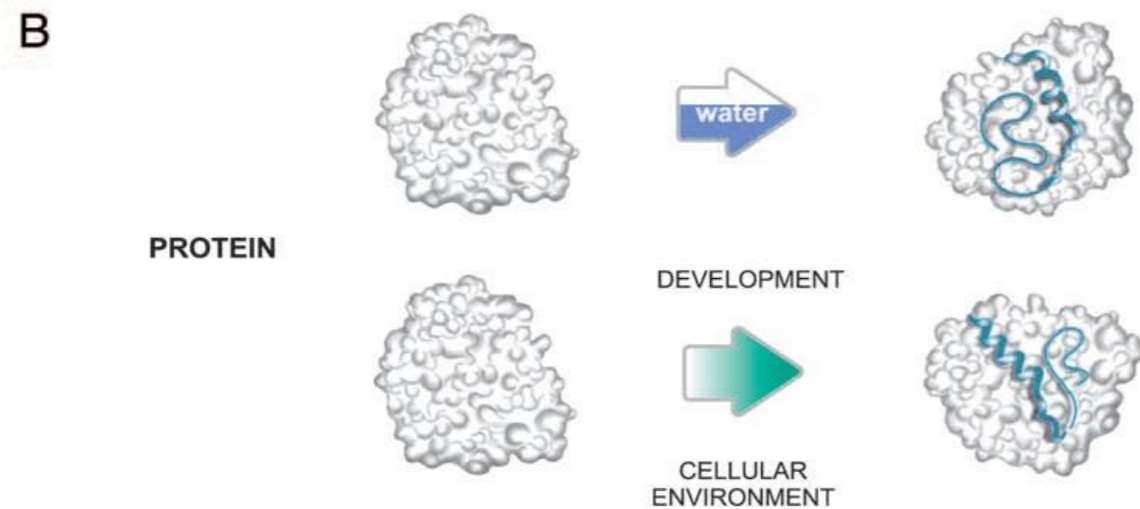
Regresar  
al inicio

LEA

Regresar



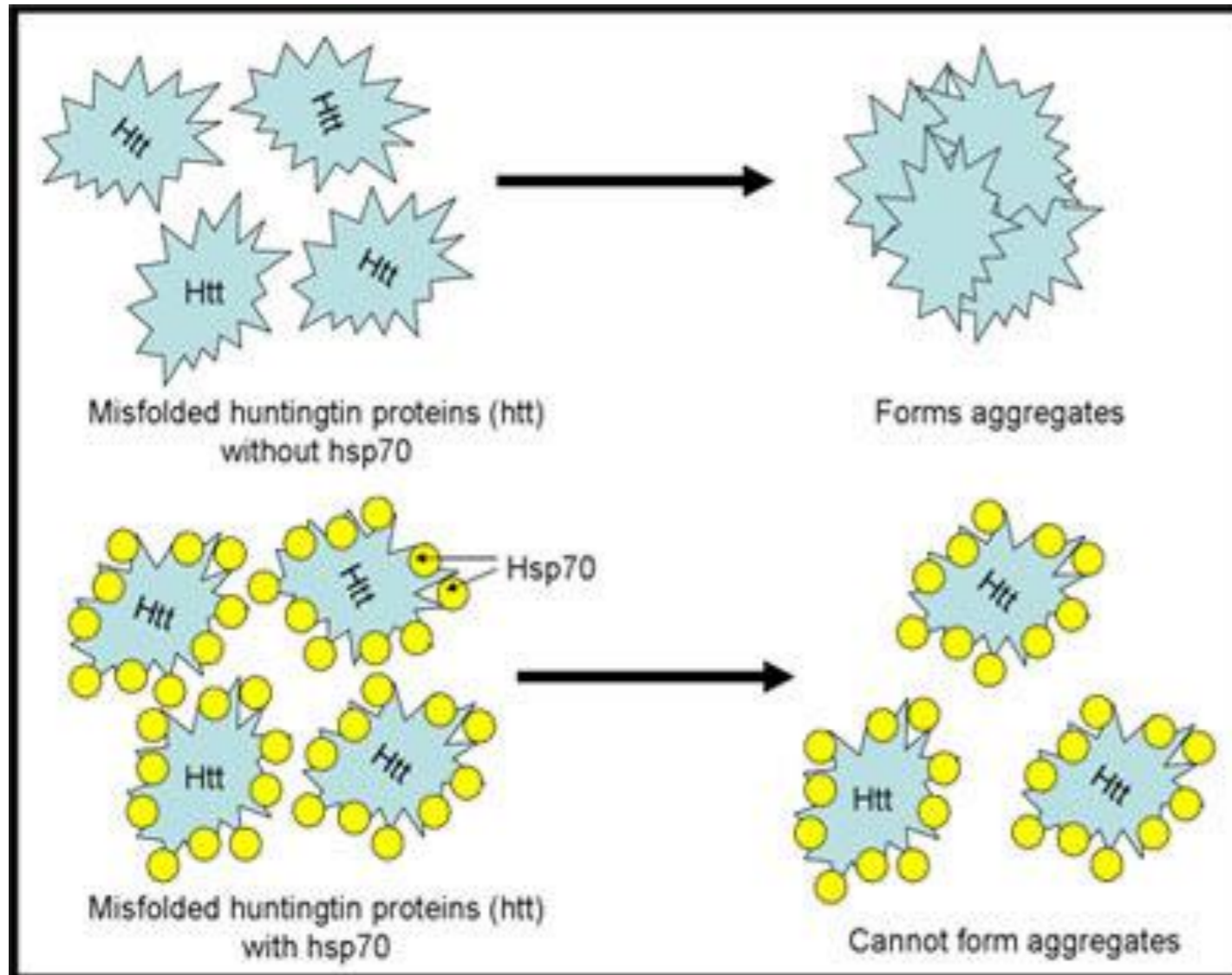
Las proteínas LEA pueden proteger las estructuras celulares, las membranas y otras proteínas al actuar como un amortiguador de hidratación, secuestrando iones y renaturalizando las proteínas desplegadas



Regresar  
al inicio

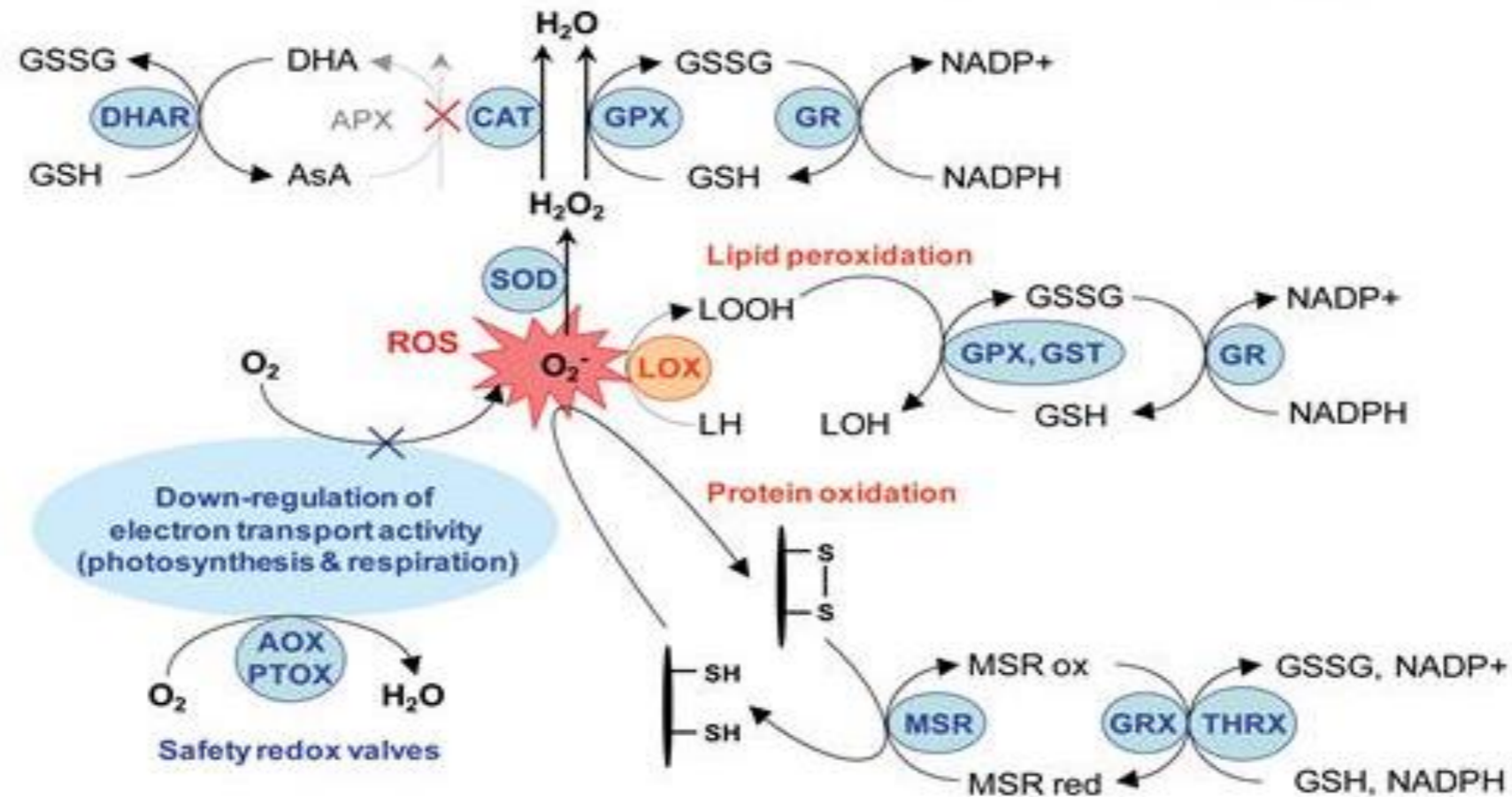
## sHSPs

Regresar



<https://hopes.stanford.edu/the-heat-shock-response>

Las proteínas sHSPs son una gran familia de chaperonas moleculares que generalmente estabilizan y repliegan proteínas parcial o completamente desplegadas, previenen la agregación y desnaturalización de proteínas



DOI:10.1093/jxb/erx492

La peroxidación lipídica de las membranas inducida por la desecación es causada tanto por la actividad de ERO como por la actividad de enzimas como la lipoxigenasa. Para limitar el daño oxidativo las células de las semillas emplean compuestos de bajo peso molecular como: glutatión, ascorbato, tocoferoles, rafinosa, carotenoides y polifenoles; así como también enzimas que incluyen catalasas, peroxidasas y superóxido dismutasa.

# COMPORTAMIENTO EN ALMACENAMIENTO

Regresar

Dependiendo del nivel de deshidratación que soportan las semillas se clasifican en tres tipos: tolerantes a la desecación y con viabilidad larga (**ortodoxas**), sensibles a la desecación y con viabilidad corta (**recalcitrantes**) y parcialmente tolerantes a la desecación y viabilidad media (**intermedias**).

ORTODOXAS

RECALCITRANTES

INTERMEDIAS



<https://www.youtube.com/watch?v=sLODMS45hg0>

Regresar  
al inicio

## ORTODOXAS

Regresar



<https://www.youtube.com/watch?v=5d5M6kJZdvw>

Las semillas ortodoxas son tolerantes a la desecación, el contenido de humedad óptimo se encuentra entre 15-20 % de humedad relativa y se pueden almacenar a bajas temperaturas ( $-20^{\circ}\text{C}$  o menos), en estas condiciones mantienen su viabilidad por largos periodos.

Regresar  
al inicio

Regresar



**Apiaceae, Fagaceae, Orchidaceae,  
Lauraceae, Arecaceae, Myristicaceae**

**RECALCITRANTES**

Las semillas recalcitrantes son intolerantes a la desecación y a las bajas temperaturas, el periodo de almacenamiento es corto y pierden su viabilidad después de algunas semanas.

Regresar  
al inicio

Regresar



**Musaseae, Caricaceae,  
Citrus, Caoba, Café**

**INTERMEDIAS**

Las semillas intermedias pueden tolerar la desecación entre 45 y 65 % de humedad relativa y son parcialmente tolerantes a bajas temperaturas, mantienen su viabilidad alrededor de cinco años.