

SISTEMAS DE MEMBRANAS CELULARES

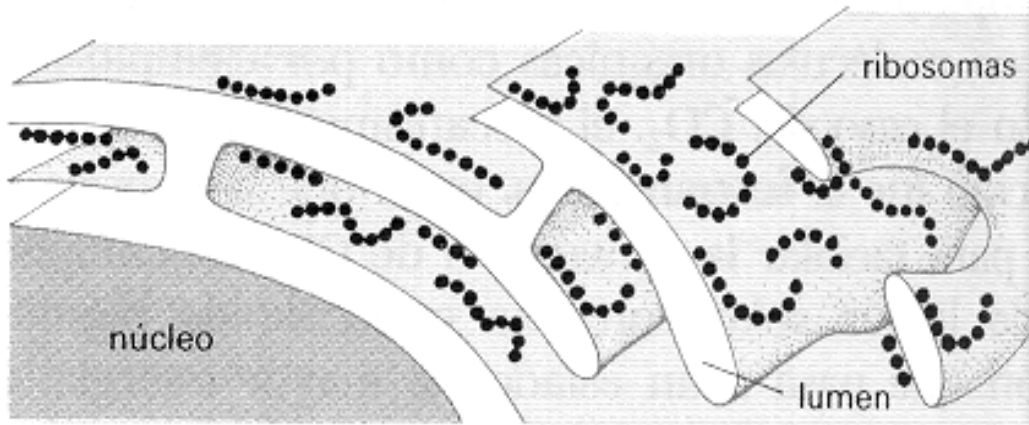
I.- El retículo endoplasmático (R.E.).

ESTRUCTURA:

Es un conjunto de sacos, cisternas y conductos intercomunicados, que se extienden por todo el citoplasma (desde la membrana plasmática hasta la membrana nuclear). Este conjunto está limitado por membrana, delimitándose un espacio en el interior del retículo, separado del resto del citoplasma. En determinadas zonas, la membrana del R.E. presenta ribosomas adheridos, lo que le da un aspecto rugoso (**retículo endoplasmático rugoso : R.E.R.**); el resto de la membrana del retículo, libre de ribosomas, presenta un aspecto liso (**retículo endoplasmático liso : R.E.L.**)

RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO

El retículo endoplasmático rugoso (ER rugoso) se suele presentar como sáculos aplanados y está exteriormente recubierto por ribosomas, dedicados a la síntesis proteica.



El retículo endoplasmático liso (RE liso) suele ser más tubular y carece de ribosomas. Su principal función se centra en el metabolismo lipídico.



FUNCIONES:

La presencia de ribosomas en el R.E.R., nos da idea de que su función debe estar relacionada con la síntesis de algún tipo de proteínas. Concretamente, se trata de aquellas proteínas que están destinadas a desempeñar su función en el exterior de la célula: **proteínas de secreción y proteínas de membrana**. La porción lisa del R.E. se encarga de la **síntesis de lípidos de membrana** (fosfolípidos, glucolípidos, colesterol), aunque también es capaz de producir otros lípidos derivados del colesterol: los **esteroides**.

Muchas de las proteínas de membrana sintetizadas en el R.E.R. están destinadas a situarse en la cara externa de la membrana, constiuyendo **glucoproteínas**, que participan en el reconocimiento celular. Por tanto, en el propio retículo, habrá de añadirse a la parte proteica (sintetizada en el ribosoma) la correspondiente parte glucídica. Este proceso se denomina **glucosilación**.

De lo dicho hasta aquí, se deduce que la principal función del R.E. es la síntesis de los componentes de la membrana y la preparación de productos destinados a la secreción. Por tanto, podríamos decir que es una estructura implicada en lo que podríamos llamar **sistemas de exportación celular**. Para desarrollar esta labor, mantiene importantes conexiones con otro orgánulo celular: el aparato de Golgi.

Otra función del R.E.L. es la **detoxificación**, es decir, la eliminación de sustancias tóxicas. Esta labor se puede realizar, bien metabolizando el producto tóxico, o bien haciéndolo más soluble en agua (lo cual se consigue añadiéndole grupos químicos polares o iónicos), para favorecer su eliminación por la orina (células hepáticas).

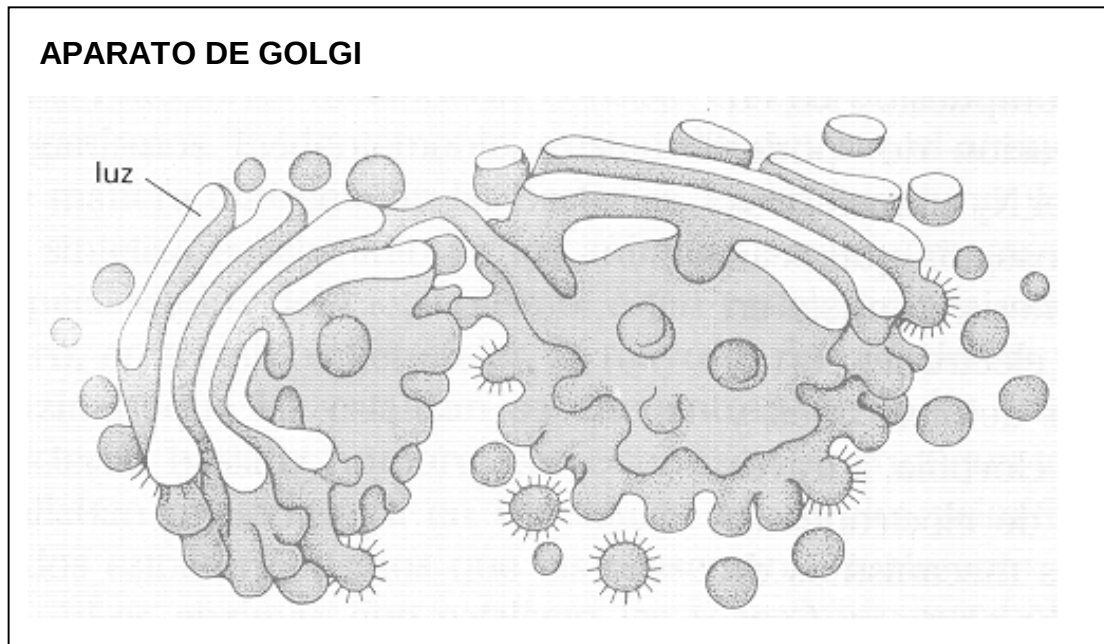
Finalmente, en el R.E.L. se puede **almacenar catión Ca^{2+}** , imprescindible para la contracción muscular; por esta razón, las células musculares presentan R.E.L. muy desarrollados.

- ⇒ **SÍNTESIS DE COMPONENTES DE MEMBRANAS**
- ⇒ **SÍNTESIS DE PRODUCTOS DE SECRECIÓN**
- ⇒ **GLUCOSILACIÓN**
- ⇒ **DETOXIFICACIÓN**
- ⇒ **ALMACENAMIENTO DE Ca^{2+}**

II.- El aparato de Golgi (A.G.).

ESTRUCTURA:

Está constituido por una serie de sacos membranosos aplanados, dispuestos paralelamente (**dictiosoma**), rodeados por una serie de **vesículas membranosas** de forma más o menos esférica. Presenta una marcada **polaridad**, es decir, la parte que está orientada hacia el interior de la célula (**cara “cis” o proximal**) está cerca del R.E.R. y sus membranas son similares a las de éste; la parte orientada hacia el exterior de la célula (**cara “trans” o distal**), es decir, hacia la membrana plasmática, presenta membranas muy similares a las de ésta.



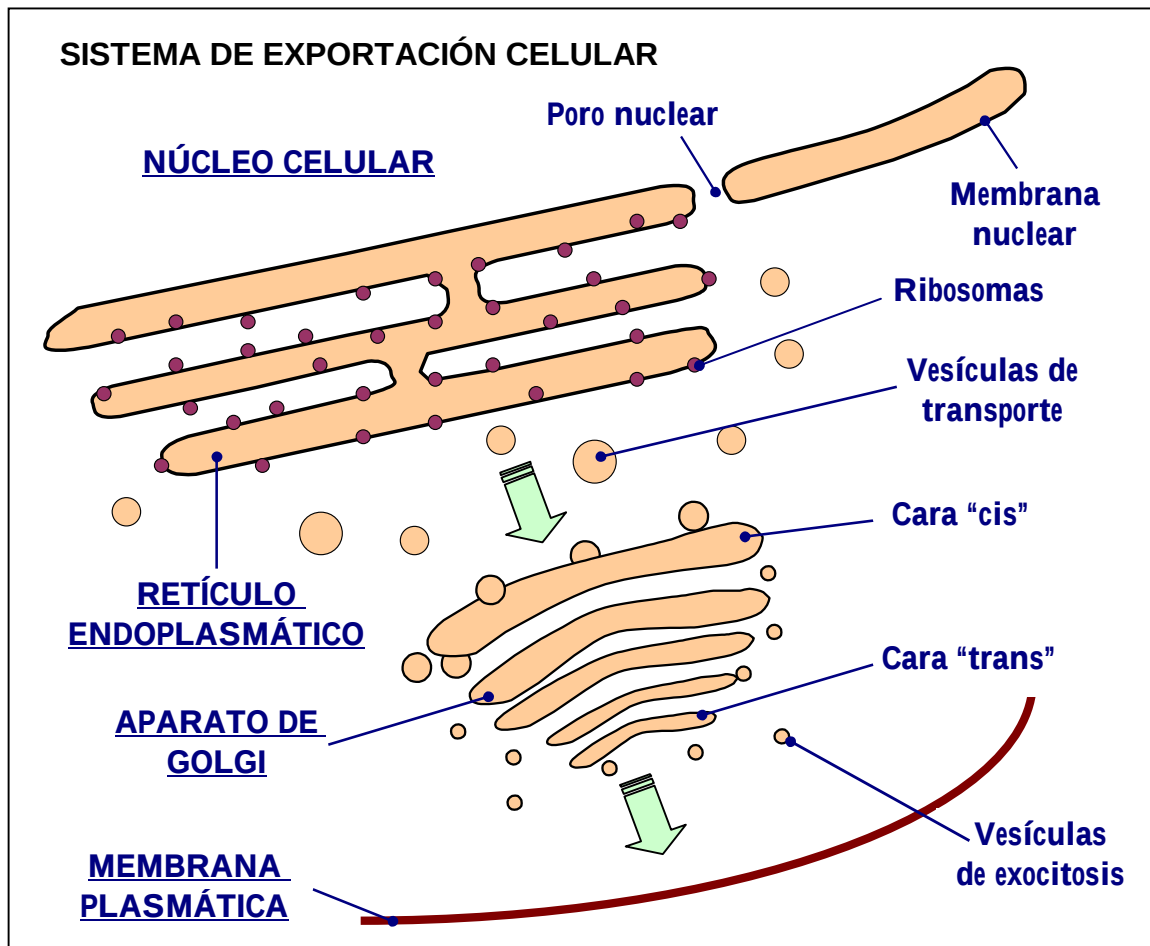
FUNCIONES:

1. **Almacenamiento, maduración y concentración** de productos destinados al exterior de la célula: constituyentes de la membrana, productos de secreción. Estos productos habrían sido sintetizados en el R.E.
2. **Glucosilación.** El añadido de un resto glucídico a las glucoproteínas y glucolípidos se produce en el R.E., pero siempre se trata del mismo oligosacárido. En el A.G., se “retoca” o “poda” el oligosacárido hasta que adquiere su forma definitiva.
3. **Síntesis de componentes de las paredes celulares** (peptidoglicanos, celulosa).

El aparato de Golgi forma parte, junto con el R.E., del “**sistema de exportación celular**” y, por tanto, es lógico que mantenga con él estrechas conexiones.

La observación microscópica no permite definir claramente si se trata de una **conexión anatómica o funcional** (es decir, mediante canales membranosos de recorrido tortuoso o mediante vesículas transportadoras). En cualquier caso, sea cual sea el método utilizado, existe un estrecho contacto entre ambos orgánulos, que permite que se produzca un continuo transporte de

materiales en sentido R.E. → A.G.. Posteriormente, estos materiales se separarán del A.G., quedando integrados en vesículas membranosas de transporte que, tras desplazarse por el citoplasma, contactarán con la membrana plasmática y, mediante fusión de membranas, verterán su contenido al exterior (secreción).



III.- Los lisosomas.

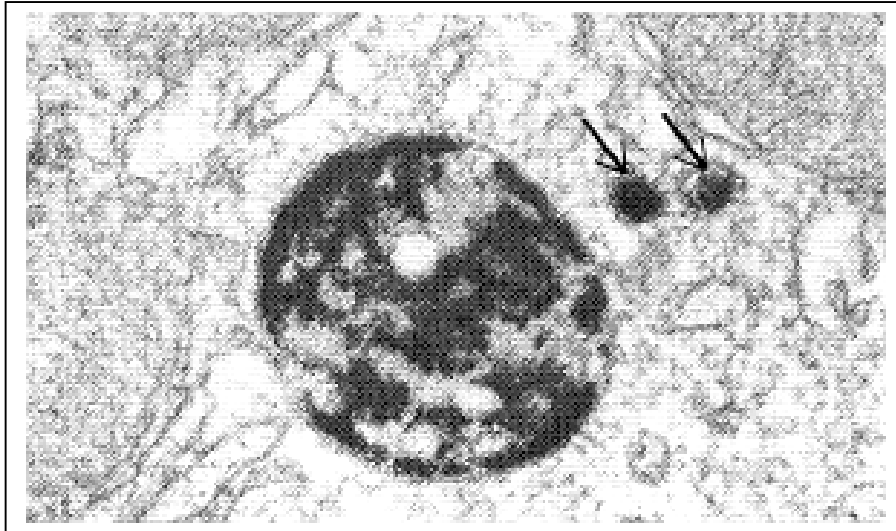
ESTRUCTURA:

Se trata de vesículas membranosas esféricas, de tamaño variable. Su membrana posee, en la cara interna proteínas glucosiladas. En el interior del lisosoma, se contienen enzimas hidrolíticas (**hidrolasas**).

Estos enzimas, que degradan la materia orgánica, alcanzan su óptimo de funcionamiento a un pH ácido (entre 3 y 6). Esto explicaría por qué los enzimas no degradan las membranas celulares del R.E.R. (donde son sintetizados) o del A.G. (donde son almacenados hasta la formación del lisosoma): se encuentran en forma inactiva. Una vez en el interior del lisosoma, se encuentran en un pH ácido (el medio interno del lisosoma es ácido debido a que, en su membrana, se localizan sistemas de transporte activo que, mediante gasto de energía, "bombean" H^+ desde el citoplasma celular) y, por tanto, alcanzan su máximo de

actividad. ¿Cómo se protege de su acción la propia membrana del lisosoma?. No hay una respuesta concluyente, aunque posiblemente tenga relación con la presencia de glucoproteínas en la cara interna de su membrana.

Los lisosomas son orgánulos que proceden del Aparato de Golgi, por **gemación** (estrangulación de los bordes membranosos de los sáculos del A.G.)

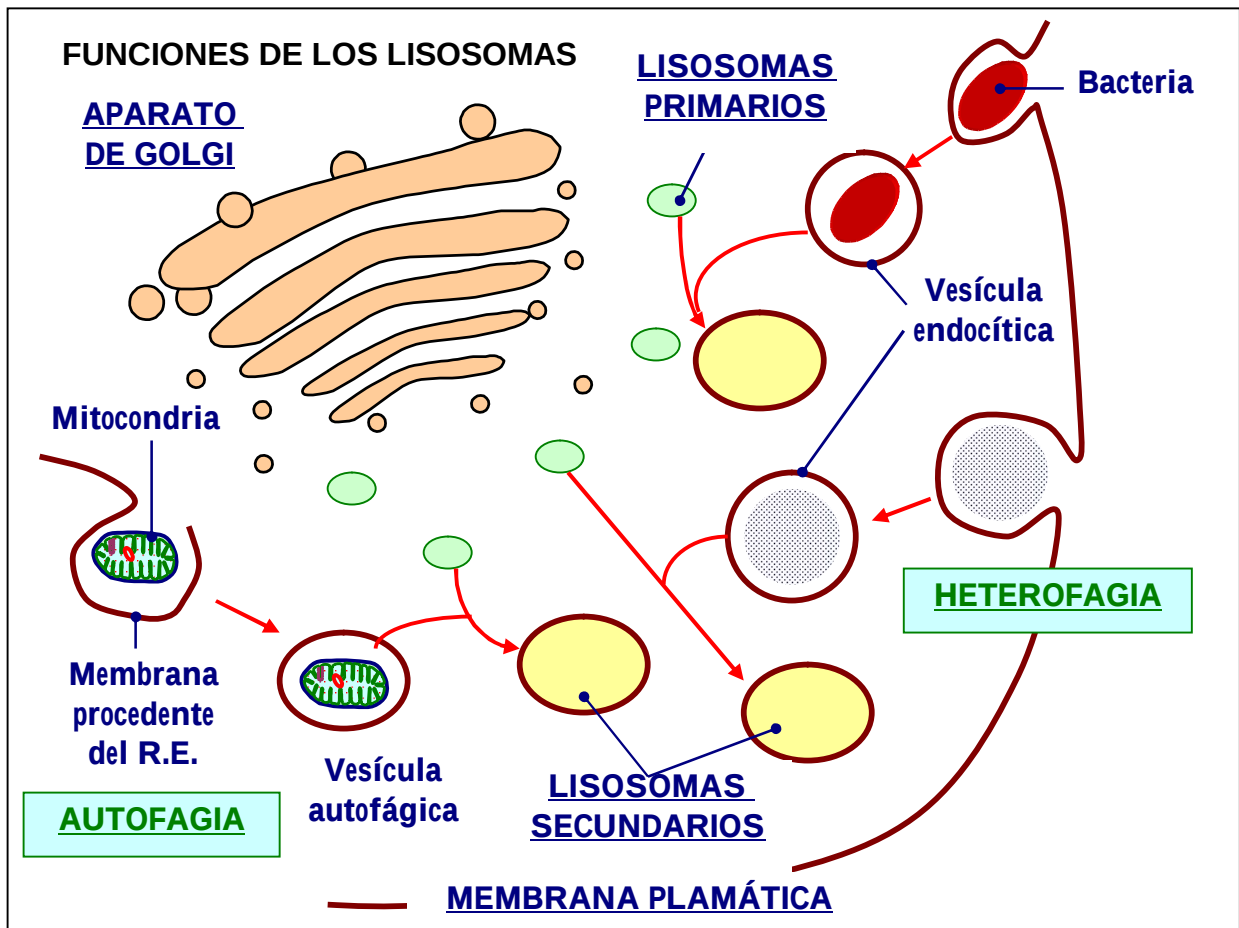


FUNCIONES:

La función de los lisosomas, a la vista de su contenido en enzimas hidrolíticos, es evidente que está relacionada con la **digestión celular**. Esta digestión puede realizarse en el interior de la célula (**digestión intracelular**) o en el exterior (**digestión extracelular**).

1. **Digestión extracelular.** En este caso, los lisosomas vierten su contenido, mediante un proceso de exocitosis, al exterior de la célula, para degradar materia orgánica extracelular. Una vez convenientemente degradada, esta materia orgánica puede ser incorporada y utilizada por la célula: ésto es lo que ocurre, por ejemplo, en el caso de los hongos; en otros casos, no se produce esta incorporación, porque el objetivo que se persigue no es nutritivo: *osteoclastos* (células que “corroen” el hueso para proceder a su remodelación) o *acrosoma* (estructura de la cabeza del espermatozoide encargada de “perforar” la membrana del óvulo para permitir la fecundación)
2. **Digestión intracelular.** En este caso, los lisosomas provenientes del aparato de Golgi (**lisosomas primarios**) se fusionan con vesículas membranosas, en cuyo interior se contienen grandes moléculas orgánicas, constituyendo los **lisosomas secundarios**, en cuyo interior se produce la degradación de la materia orgánica.
 - Si esta materia orgánica procede del exterior de la célula, incorporada mediante un proceso endocítico, el lisosoma secundario se denomina también **vacuola heterofágica**. La **heterofagia** se puede utilizar con función alimenticia, defensiva o de limpieza.

- Si la materia orgánica procede del interior de la célula (moléculas u orgánulos propios envueltos en membranas procedentes del R.E.R.), el lisosoma secundario se denomina **vacuola autofágica**. La **autofagia** se puede utilizar para la renovación de las estructuras celulares deterioradas, en situaciones de ayuno prolongado o en los casos de “suicidio celular programado” (remodelación de órganos durante los procesos de metamorfosis).



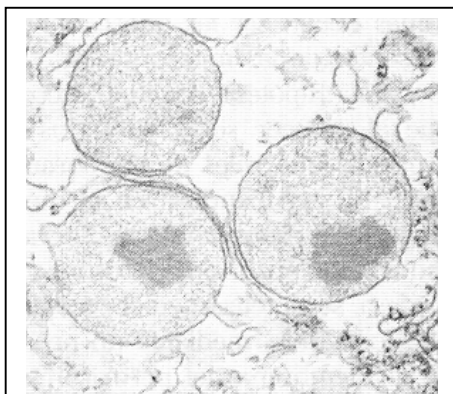
V.- Microsomas: peroxisomas.

Se denominaron inicialmente **microsomas**, debido a su pequeño tamaño; posteriormente, se distinguieron varios tipos de microsomas, entre los cuales los más importantes son los **peroxisomas** y los **glioxisomas**.

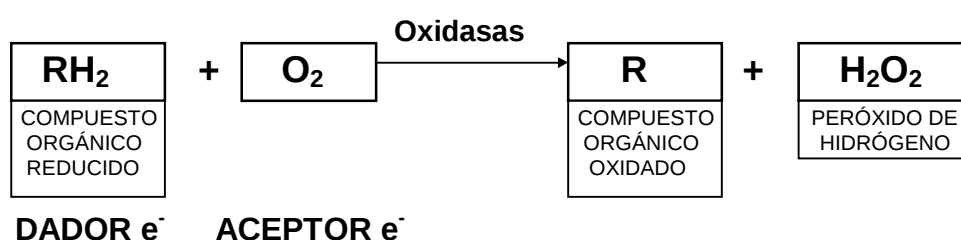
ESTRUCTURA:

Se trata de pequeñas vesículas membranosas, que proceden por gemación del R. E. En su interior se contienen elevadas concentraciones de enzimas de carácter oxidativo, como la **peroxidasa** y la **catalasa**.

En el interior del peroxisoma se realizan reacciones oxidativas (**oxidaciones peroxisómicas**):



OXIDACIONES PEROXISÓMICAS



Los compuestos orgánicos reducidos que se utilizan como sustrato son similares a los que se usan en las oxidaciones mitocondriales: aa, derivados glucídicos, derivados lipídicos, purinas,...

El peróxido de hidrógeno es un agente oxidante muy fuerte, por lo que debe ser eliminado (por la acción de la catalasa):



RH₂ representa un compuesto orgánico reducido, como puede ser el etanol, por ejemplo. La célula no siempre dispone de compuestos de este tipo, por lo que es capaz de llevar a cabo, como alternativa, la siguiente reacción:



FUNCIONES:

El peroxisoma se interpreta actualmente como un orgánulo ancestral: el primer intento evolutivo de enfrentarse con una atmósfera crecientemente rica en O₂. Las oxidaciones peroxisómicas tendrían, pues, el objetivo de consumir oxígeno para evitar que representara un riesgo para la célula. Esta función queda muy

desvalorizada al incorporarse la mitocondria a la célula, pues, con la respiración mitocondrial, consigue el mismo objetivo y, además obtiene energía.

- Similitudes con la respiración mitocondrial: utiliza sustratos similares (derivados de las grandes biomoléculas orgánicas), utiliza como aceptor final de e^- el oxígeno (se forma H_2O).
- Diferencia con la respiración mitocondrial: la energía desprendida durante la oxidación no se aprovecha para sintetizar ATP, sino que se disipa en forma de calor.

Así pues, las funciones que actualmente podría realizar este orgánulo serían:

1. Detoxificación.

2. Generación de calor.

V.- Microsomas: glioxisomas.

ESTRUCTURA:

Su estructura es similar a la de los peroxisomas, diferenciándose únicamente en su contenido (distintos sistemas enzimáticos). Son orgánulos típicamente vegetales.

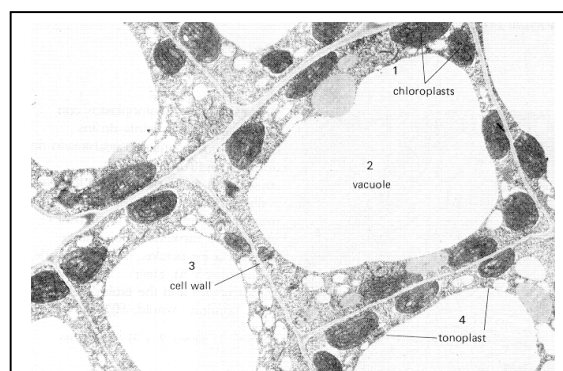
FUNCIONES:

Dado que contienen los enzimas necesarios para llevar a cabo el **ciclo del ácido glioxílico**, su función está relacionada con este proceso metabólico, que permite transformar triacilglicéridos (grasas) en glúcidos. Esto es importante para las semillas: para que se produzca su germinación necesitan utilizar glúcidos, pero todas sus reservas están acumuladas en forma de grasa (como sabemos resulta más ligera), por lo que necesitan transformarla previamente.

VI.- Vacuolas.

ESTRUCTURA:

Son vesículas membranosas de tamaño variable, en cuyo interior se contienen diversos tipos de materiales. Actualmente se tiende a reservar esta denominación para las células vegetales (donde alcanzan un gran tamaño), utilizando para las de las células animales (más pequeñas y numerosas) la palabra vesícula, relacionada con el sistema lisosómico.



FUNCIONES:

La función que desempeñan depende del contenido material que posean:

1. Almacenamiento de sustancias.

- Sustancias de reserva.
- Colorantes, sustancias tóxicas.
- Productos de desecho.

2. Regulación del equilibrio hídrico. Es el caso de las vacuolas pulsátiles, que presentan los protozoos de agua dulce para eliminar el exceso de agua que les invade osmóticamente.