

Atlas de Histología Vegetal y Animal

Órganos vegetales

FRUTO

Manuel Megías, Pilar Molist, Manuel A. Pombal

Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud.

Facultad de Biología. Universidad de Vigo

(Versión: Abril 2024)

Este documento es una edición en pdf del sitio
<http://mmegias.webs2.uvigo.es/inicio.html>.

Todo el contenido de este documento se distribuye bajo
la licencia Creative Commons del tipo BY-NC-SA
(Esta licencia permite modificar, ampliar, distribuir y usar
sin restricción siempre que no se use para fines comerciales,
que el resultado tenga la misma licencia y que se nombre
a los autores)

La edición de este documento se ha realizado con el software \LaTeX
(<http://www.latex-project.org/>), usando Texstudio
(www.texstudio.org/) como editor.

Contenidos

1	Introducción	1
2	El fruto	3
3	Manzana	6
4	Naranja	7

1 Introducción

En esta sección del Atlas vamos a describir los órganos de las plantas vasculares, y cómo se organizan los tejidos en cada uno de ellos. Se estima que hay más de 250 mil especies de plantas vasculares. Sus ancestros son probablemente las algas verdes, puesto ambos, plantas vasculares y algas verdes, tienen clorofila a y b, almacenan almidón verdadero en los cloroplastos, tienen células con flagelos móviles, tienen fragmoplasto y forman una placa celular durante la división celular. Las algas más próximas evolutivamente parecen ser las de la familia Charophyceae. Sin embargo, las plantas vasculares han creado por sí solas un cuerpo muy complejo, resultado de una larga evolución, que presenta órganos muy especializados y adaptados a la vida terrestre.

Estos órganos son la raíz, que además de fijar la planta al suelo, toma de éste el agua y las sales minerales disueltas, el tallo, que sirve de soporte a las hojas, flores y frutos, y conduce el agua y las sales minerales desde la raíz a las hojas y las sustancias elaboradas en las hojas a las zonas de crecimiento y a las raíces. Las hojas son órganos especializados en captar energía solar, producir sustancias orgánicas por medio de la fotosíntesis y liberar vapor de agua mediante la transpiración, además de estar diseñadas para ofrecer poca resistencia al viento.

En la fase reproductiva de algunas plantas aparecen las flores o inflorescencias, las cuales son consideradas como órganos o, según algunos autores, como un conjunto de órganos que se dividen en parte estéril y en parte fértil. En las flores se forman las macroesporas o gametos femeninos y las microesporas o gametos masculinos. En ellas tiene lugar la fecundación que da lugar a un embrión, el cual quedará latente hasta la germinación. La semilla, también originada en la flor, está formada por el embrión y por tejido nutritivo. La semilla está rodeada por tejidos, carnosos o no, que forman conjuntamente el fruto. La germinación, desarrollo del embrión de la semilla, dará lugar a una nueva planta.

Prácticamente todos los órganos están formados por tres sistemas de tejidos:

El sistema de **protección**, formado por epidermis y peridermis, se sitúa en la parte superficial de los órganos.

El sistema **fundamental**, formado por parénquima y por los tejidos de sostén, se dispone debajo del sistema de protección, y en tallos y raíces se extiende hasta la médula.

El sistema **vascular**, formado por los tejidos conductores xilema y floema, se dispone en diferentes partes y con diferentes organizaciones según el órgano y tipo de planta.

Estos sistemas se distribuyen de manera característica según el órgano, la fase del desarrollo de la planta y según el grupo de plantas a la que pertenezca dicho órgano.

La organización interna de estos sistemas de tejidos en tallos y raíces es variable dependiendo de si el crecimiento es primario o secundario. El crecimiento primario se da en monocotiledóneas y dicotiledóneas herbáceas, además de en los tallos jóvenes de dicotiledóneas leñosas y gimnospermas. El crecimiento secundario se da en dicotiledóneas leñosas y gimnospermas. Las diferencias entre un tipo de crecimiento y otro se basan en la organización de los haces vasculares y de los meristemos. En el crecimiento primario se produce sobre todo crecimiento en longitud mientras que en el secundario se produce sobre todo crecimiento en grosor. Aunque el crecimiento secundario está restringido a plantas actuales con semillas, los fósiles indican que los helechos y los licopodios, plantas sin semillas, tuvieron crecimiento secundario, no dejando ningún descendiente. Las plantas con semillas parece que descubrieron el crecimiento secundario hace unos 400 millones de años.

Vamos a describir las diferencias entre órganos de gimnospermas y angiospermas, y dentro de estas últimas distinguiremos entre monocotiledóneas y dicotiledóneas.

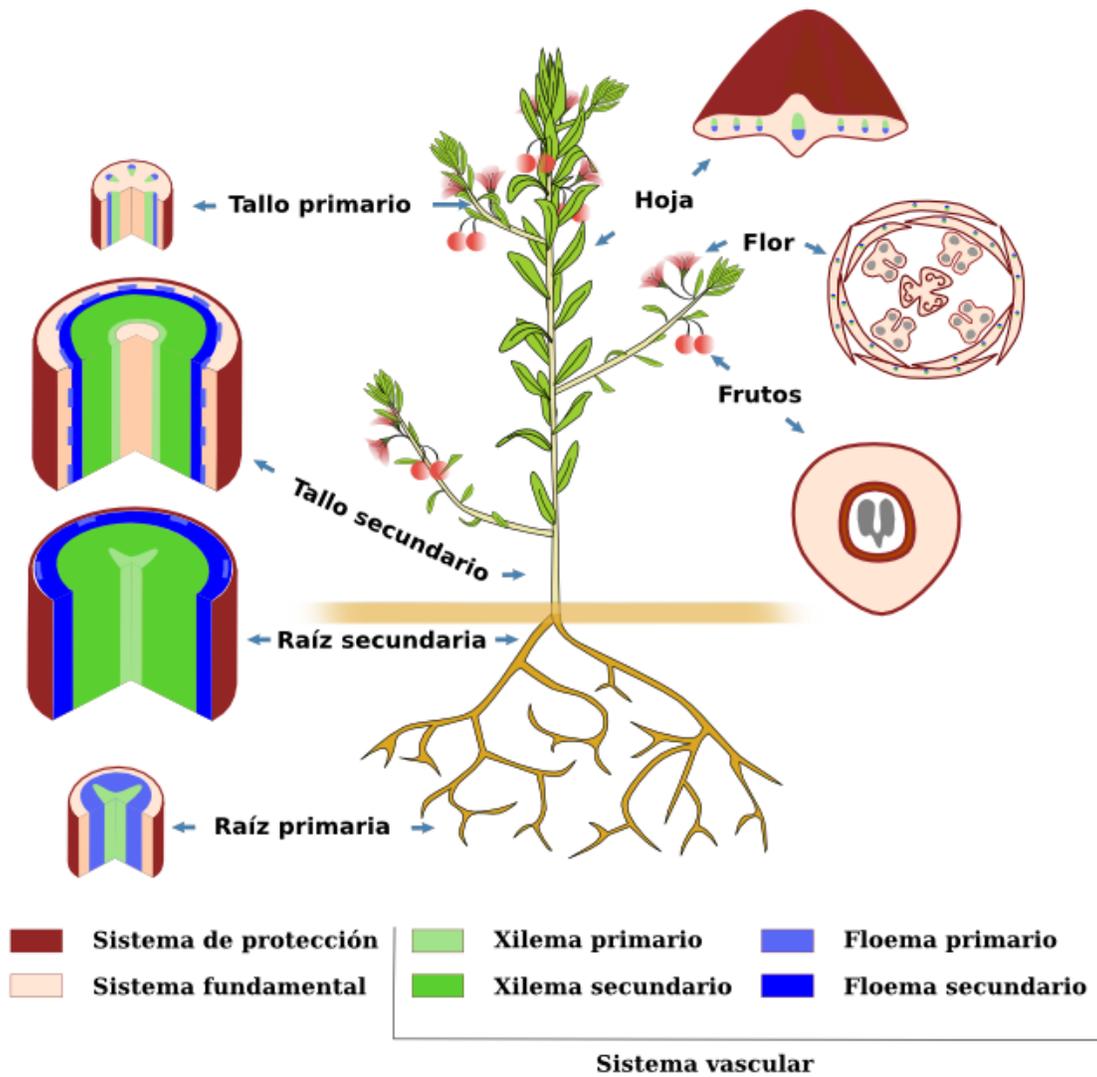


Figura 1: Esquema de los principales órganos de una planta vascular dicotiledónea..

2 El fruto

En las plantas con flores, después de la fecundación, a la vez que el rudimento seminal se convierte en semilla, comienza la transformación de las paredes del ovario para formar el fruto. Se puede considerar al fruto como el órgano que contiene a la semilla hasta el final de su maduración. Es un ovario transformado y maduro con algunas partes añadidas desde el receptáculo, cáliz y brácteas. El fruto no sólo protege sino que también ayuda a la dispersión de la semilla, bien de forma activa o pasiva. Algunas semillas no pueden germinar a no ser que hayan pasado antes por el tracto digestivo de un animal.

En páginas anteriores mencionamos que la organización histológica del ovario era similar a una hoja con dos epidermis, una externa y otra interna, y un parénquima con haces vasculares rudimentarios entre ellas. El crecimiento y la diferenciación histológica de estas estructuras origina lo que llamamos el pericarpo, o pared del fruto, que es en realidad el fruto excluyendo a las semillas que contiene. El pericarpo está formado por: exocarpo, mesocarpo y endocarpo. El exocarpo recubre al fruto y el endocarpo a la semilla. Ambos son de tipo epidérmico. Entre ambos se encuentra el mesocarpo, que está formado por parénquima de reserva o esclerénquima. Un fruto simple está compuesto por un carpelo, o por varios carpelos fusionados de una misma flor. Por ejemplo, el melocotón o el tomate. Tales frutos se desarrollan desde flores con el ovario súpero (ver apartado de la flor). Un fruto agregado es aquel que consta de varios carpelos separados, todos de la misma flor. Por ejemplo, la fresa y las moras. Un fruto múltiple o compuesto es aquel que se forma de la fusión de varias flores, tales como la piña. Hay especies de plantas en las que en la formación del fruto también intervienen otras partes de la flor además del ovario. Son los llamados frutos accesorios o complejos, como las manzanas y los pepinos, en los cuales el fruto está formado por el pericarpo más otros tipos de tejidos.

Los frutos se denominan dehiscentes si se abren en algún momento dejando libres a las semillas o indehiscentes si el pericarpo está firmemente adherido a la semilla hasta que termina por descomponerse.

Tipos de frutos dehiscentes son la legumbre, folículo y cápsulas. Legumbres y folículos se desarrollan a partir de un sólo carpelo, mientras que las cápsulas lo hacen a partir de 3 a 5 carpelos. El pericarpo de estas frutos consiste de una o dos capas externas de células parenquimáticas con paredes gruesas, a veces muy lignificadas, y a veces una capa más interna de esclerénquima. Entre los indehiscentes están los aque-nios y los cariósides. Estos pericarpos pueden estar fusionados con la cubierta de la semilla, y contienen una única semilla. La cubierta de la semilla es fina y parenquimatosa y suele desintegrarse antes de la maduración del fruto.

Las tres capas del pericarpo varían en estructura y dimensiones dependiendo del tipo de fruto, pero en general podemos diferenciar dos tipos de frutos según su consistencia: los secos y los carnosos.

Frutos secos. Son mucho más abundantes que los carnosos. En ellos el pericarpo es membranoso o coriáceo, poco desarrollado y poco hidratado. Hay tres tipos (Figura 2): 1. dehiscente procedente de un solo carpelo, como los frutos tipo legumbres; 2. dehiscente procedente de varios carpelos, como por ejemplo los frutos tipo cápsula de algunas plantas del género *Hypericum*; 3. indehiscente formando frutos compactos de tipo cariósido, como es el caso de la mayoría de las gramíneas.

Frutos carnosos. El pericarpo presenta consistencia carnosa (Figura 3). En general el exocarpo y el endocarpo son monoestratificados (una sola capa de células) y el mesocarpo es parenquimático, muy hidratado y en general succulento. Hay cuatro tipos: 1. tipo baya, como la uva o el tomate, que posee un exocarpo cutinizado y un mesocarpo y endocarpo carnosos; 2. tipo drupa, como el melocotón, que presenta un endocarpo muy duro, de consistencia ósea, formado por esclereidas, y que se convierte en el hueso de la fruta que encierra a la semilla; 3. tipo pomo como la manzana, que es una variante del anterior en la que el endocarpo tiene aspecto cartilaginoso; en el caso de la pera y la manzana, donde la mayor parte de lo que llamamos fruto viene del receptáculo, se denominan frutos accesorios; 4. tipo hesperidio, como los cítricos, con exocarpo colenquimático y con glándulas, mientras que el endocarpo está formado

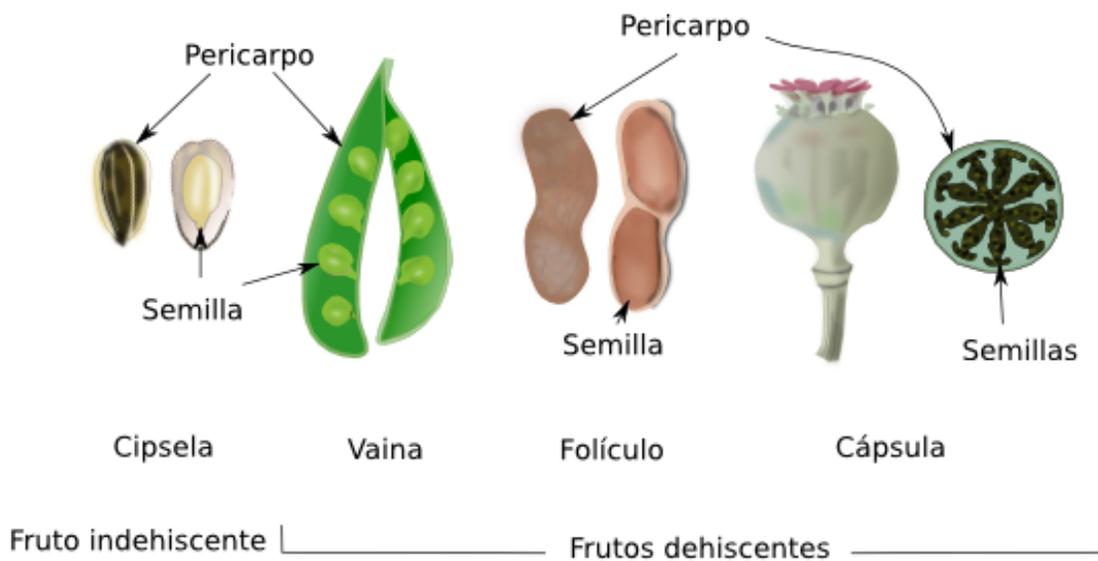


Figura 2: Diferentes tipos de frutos secos. En ellos el pericarpo está fuertemente deshidratado y es coriáceo. Un ejemplo de fruto seco indehiscente es la pipa y de dehiscentes son los tipo vaina como los guisantes, los tipo folículo como los cacahuets y los tipo cápsula como la amapola.

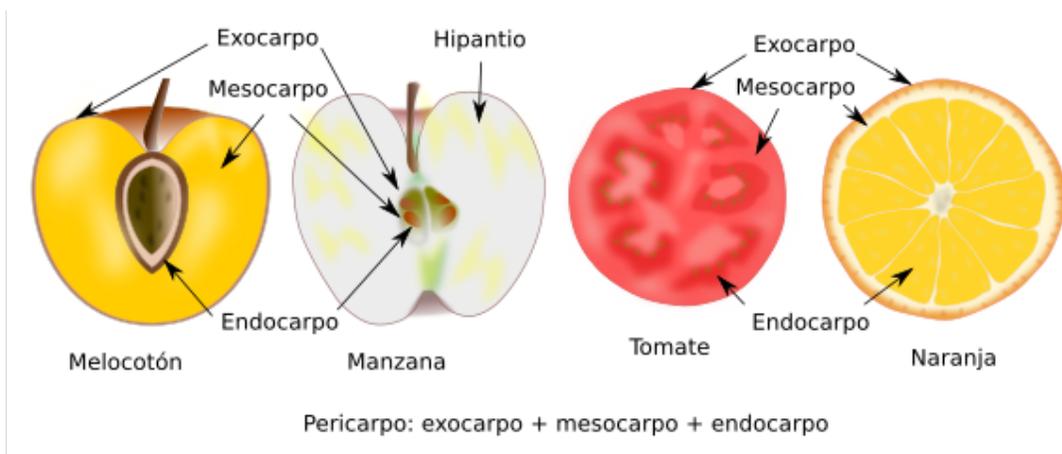


Figura 3: Frutos carnosos donde se señalan las disposición de las diferentes partes del pericarpo. En el caso de las drupas, como el melocotón, el endocarpo tiene una consistencia dura, protegiendo a la semilla. En el caso de la manzana el pericarpo no es toda la parte carnosa del fruto sino que está rodeado por tejido carnoso (hipantio) proveniente de otras estructuras de la flor como el receptáculo. El tomate posee endocarpo y mesocarpo con grandes acumulaciones de líquidos. En la naranja es difícil establecer el límite entre exocarpo y el mesocarpo, mientras que el endocarpo ocupa casi todo el fruto con numerosas cavidades con contenido líquido y donde se encuentran las semillas.

sacos jugosos. Aquí, el exocarpo y parte del mesocarpo forman una especie de cáscara, mientras que el endocarpo es la parte carnosa. En muchos casos es difícil diferenciar entre las tres capas del pericarpo.

La irrigación de los frutos carnosos refleja la que hay en los carpelos que formaban el ovario, aunque

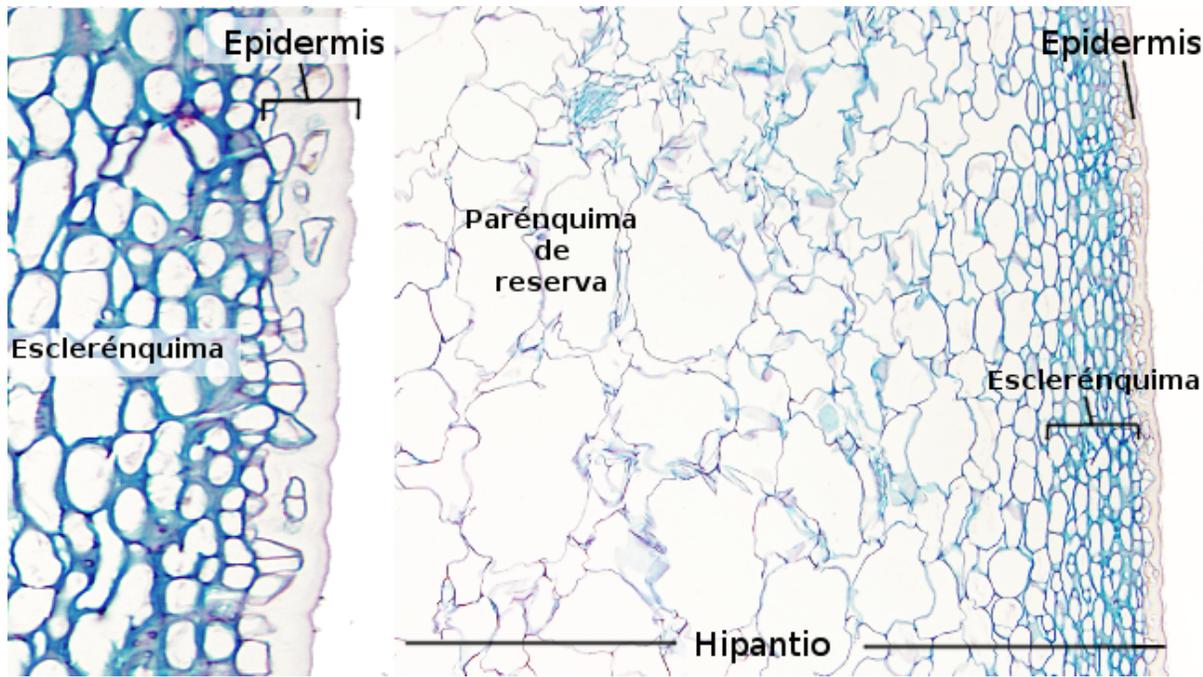
puede haber ramificaciones. Las paredes celulares de las tráqueas del xilema se vuelven blandas, y en la madurez del fruto probablemente no son funcionales.

Los frutos han de hacerse atractivos para los animales que se alimentan de ellos, pero no antes de que las semillas estén desarrolladas. La maduración es el

proceso por el que los frutos pasan de su periodo de desarrollo a estar disponibles para ser aprovechados por los animales. Durante la maduración de los frutos carnosos las paredes de las células parenquimáticas modifican sus propiedades mecánicas y reducen la adhesión celular (disuelven la lámina media). En estas modificaciones de la pared celular participan enzimas degradativas codificadas por genes involucrados en la maduración de la fruta. Al final se produce una despolimerización de glicanos, solubilización y degradación de pectinas. Además, la clorofila se degrada y se sintetizan nuevos pigmentos responsables del color del fruto (rojos, ocre, naranjas, etcétera). Hay también un proceso de conversión de almidón

y ácido orgánicos en otros azúcares. Hay frutos en los que este proceso de maduración es muy rápido e incrementan enormemente su tasa de respiración (que se puede medir por el consumo de oxígeno). A estos frutos se les llama climatéricos y al periodo climaterio. Frutos climatéricos son por ejemplo el tomate, pera, manzana y aguacates. Los frutos no climatéricos tienen una maduración progresiva, como son las uvas, naranja o fresa. Tras el climaterio se alcanza el periodo de madurez, que rápidamente lleva a proceso de senescencia. El proceso de maduración es económicamente muy importante porque condiciona cómo se procesan y se venden las frutas en los mercados.

3 Manzana



Órgano: fruto pericarpo.

Especie: manzano (*Malus domestica*).

Técnica: corte de parafina teñido con safranina/azul alcian.

En la manzana el endocarpo, mesocarpo y exocarpo están en el interior del fruto, formando lo que denominamos corazón. La mayor parte carnosa del fruto está formada por el hipantio o hipanto, que resulta de la fusión y crecimiento de la base de los sépalos, pétalos, junto con parte del receptáculo.

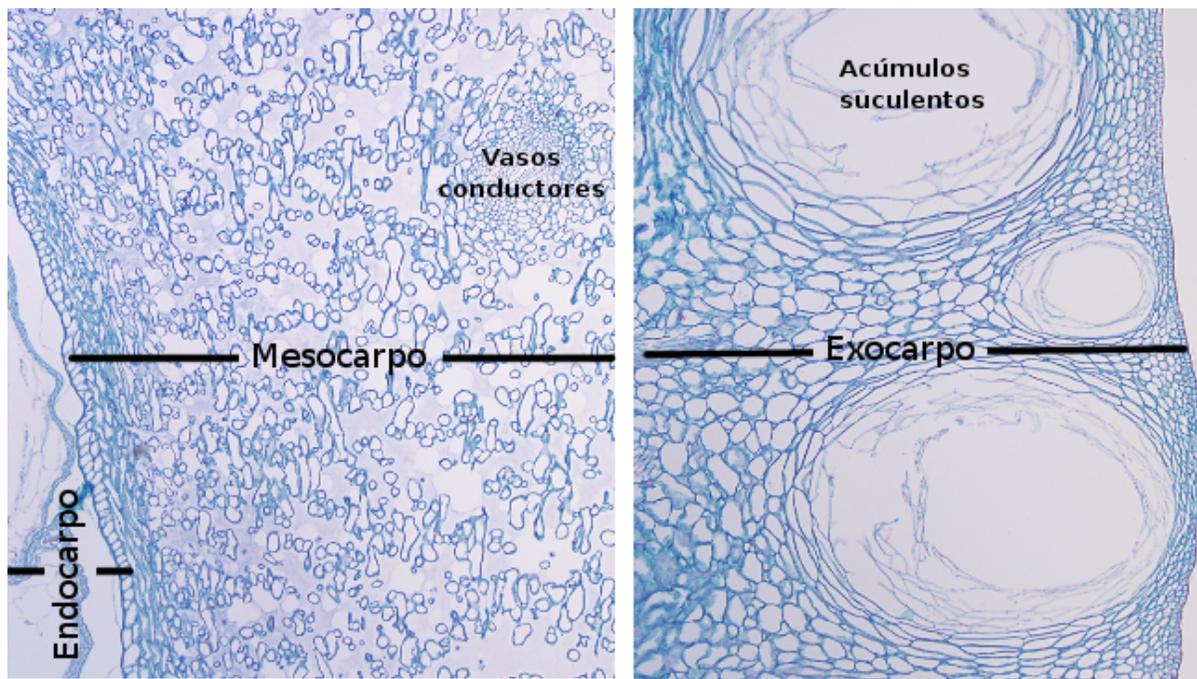
En esta imagen se muestra la parte superficial de una manzana, del hipantio, que consta de una epidermis muy cutinizada que además presenta depósitos

de ceras, dándole aspecto brillante y lustroso a la superficie sobre todo cuando se frota.

Bajo la epidermis aparecen numerosas capas celulares de las cuales las más externas forman un colénquima. El resto lo forman un parénquima de reserva de células grandes que almacenan gran cantidad de agua.

El exocarpo, mesocarpo y endocarpo, no visibles en esta imagen, tienen una consistencia cartilaginosa formando lo que llamamos el carozo o corazón de este fruto. Consta de esclereidas cuyas paredes, no muy gruesas, se disponen muy apretadas.

4 Naranja



Órgano: fruto pericarpo.

Especie: naranja.

Técnica: corte de parafina teñido con safranina/azul alcian.

Como ejemplo de fruto carnoso tipo hesperidio mostramos una foto de un corte de una naranja. Observamos en este caso un exocarpo formado por una epidermis uniseriada con una cutícula moderada y una zona de células parenquimáticas más o menos apretadas que albergan las cavidades lisígenas características de este tipo de fruto.

A pesar de que está descrito un exocarpo de tipo colenquimático en los frutos tipo hesperidio no hemos podido observarlo en el caso de la naranja. En el mesocarpo, que se corresponde vulgarmente con la parte blanca de la monda, se disponen haces vasculares sencillos muy dispersos entre un tejido parenquimático esponjoso, con grandes espacios intercelulares. Estas células parenquimáticas se aprietan cerca del endocarpo formando dos o tres filas de células. En esta fotografía sólo es visible una capa del endocarpo cuyas células, por morfología y disposición, recuerdan a células de tipo epidérmico.