

celulares y agrandamiento celular que ocurren simultáneamente en todos los anillos, gracias a la limitada formación de elementos xilemáticos lignificados y a la abundancia de células parenquimáticas. La sustancia de reserva, acumulada en el parénquima, es la sacarosa.

En las raíces de batata, *Ipomoea batatas*, el crecimiento secundario se inicia normalmente, luego se forman cámbiums adicionales dentro del xilema secundario en torno a los vasos individuales o a grupos de vasos, a partir del parénquima paratraqueal. Estos cámbiums producen algunos vasos hacia adentro y algunos elementos cribosos hacia afuera, pero sobre todo producen abundantes células parenquimáticas de almacenamiento. El proceso se repite indefinidamente; en estas raíces no se forma una corteza. Presentan laticíferos articulados simples. En el rabanito y otras brassicáceas el primer cámbium es normal, luego prolifera el tejido parenquimático del xilema y allí surgen cámbiums anómalos que producen tejidos vasculares. En *Dahlia* la tuberización se produce por hipertrofia del xilema secundario, los vasos están dispersos en abundante parénquima leñoso que acumula inulina.

### MODIFICACIONES MORFOANATOMICAS DE LA RAIZ

Las raíces pueden experimentar modificaciones estructurales pronunciadas

Estas modificaciones pueden ser consideradas, en la mayoría de los casos, como adaptaciones al medio ambiente o bien como consecuencia de una especialización funcional diferente a la típica. Entre éstas se encuentran:

RAICES	
1	Raíces reservantes
2	Raíces como organos de sosten y fijacion
1	Raíces reservantes

Se presentan principalmente en plantas vivaces, es decir, aquellas donde los órganos aéreos desaparecen durante las épocas adversas, y también en muchas plantas bianuales. En éstas últimas, el órgano de reserva se forma durante el primer año, con una parte aérea muy corta, y en el segundo año el tallo se alarga y produce flores para lo que se utilizan las reservas almacenadas en la raíz. Desde el punto de vista anatómico, existen distintas variaciones estructurales en las raíces reservantes, pero en todas ellas se presenta abundancia de parénquima de reserva.

#### Raíces napiformes

Son aquellas raíces principales (axonomorfas) que se engrosan total o parcialmente por acumulación de sustancias de reserva. Consecuentemente, este tipo de raíces sólo se producen en dicotiledóneas.

La zanahoria (*Daucus carota*) y el nabo (*Brassica rapa*) son ejemplos de este tipo de raíces. La mayoría de las veces interviene una gran parte del hipocótilo en su constitución por lo que estos órganos pueden resultar morfológicamente heterogéneos y, a pesar de su semejanza externa, pueden presentar considerables diferencias en su estructura anatómica. Así, en las raíces caulinotuberosas el engrosamiento ocurre tanto en la raíz principal como en el hipocótilo. La remolacha forrajera (*Beta vulgaris* var. *crassa*) y el rábano son ejemplos de este tipo de raíz reservante. En el caso del colinabo (*Brassica napobrassica*) y del apio (*Apium graveolens*) el segmento del tallo que sigue al hipocótilo, también se halla involucrado en el engrosamiento.



Zanahoria



Apio



Remolacha



Nabo

## ELBIBLIOTE.COM

### Raíces tuberosas

Este término se utiliza cuando no solo la raíz principal, sino también las secundarias, o la porción apical de las raíces adventicias provenientes de los nudos inferiores del tallo, acumulan sustancias de reserva y agua, apareciendo todas engrosadas formando tubérculos radicales. Este tipo de raíz es característico de Dahlia, la yuca o mandioca (*Manihot esculenta*), *Ranunculus ficaria* y de algunas especies de marantáceas tropicales, como por ejemplo, el lairén (*Calathea allouia*). Este cultivo poco conocido presenta un rizoma y un sistema radical fibroso, con raíces duras y retorcidas, en el extremo de las cuales se forman las raíces tuberosas, elipsoidales a ovoides que constituyen la parte comestible de la planta. Estas raíces tuberosas miden de 1 a 5 cm de largo por 0,5 a 3 cm de ancho, están cubiertas por una cáscara dura, amarilla y brillante, con protuberancias espinosas. Debajo de la cáscara se encuentra el tejido parenquimatoso color claro a blanquecino que contiene almidón, encontrándose el centro generalmente vacío. Los tubérculos radicales se asemejan a los tubérculos caulinares —como el de la papa— ya que, de hecho, son órganos análogos, pero su homología respecto a las raíces se reconoce porque poseen cofia, carecen de yemas o cicatrices foliares y por su estructura anatómica



Yuca



Mandioca

## Xilopodios

Este término se utiliza cuando la raíz principal de un sistema radical axonomorfo se lignifica y reserva agua. Este tipo de raíces es característico de algunas especies subarborescentes de sabanas, donde las precipitaciones son reducidas, razón por la cual se desarrolla tejido que reserva agua (parénquima acuífero) en la raíz. Ejemplo: añil (*Indigofera suffruticosa*).

2

## Raíces como órganos de sosten y fijación

### Raíces contráctiles

Son raíces adventicias, carnosas, largas y turgentes, las cuales se presentan en una cierta etapa del desarrollo de la planta y arrastran al brote cerca o debajo de la superficie del suelo, a un nivel adecuado para su desarrollo. En algunas plantas bulbosas, las raíces contráctiles están muy especializadas y provocan el desplazamiento del bulbo a mayor profundidad del suelo; estas raíces están poco lignificadas y presentan abundante parénquima, teniendo una duración de uno a tres años, al término de los cuales, las reservas se consumen y la raíz se acorta en un 30-40%.

### Raíces fúlcreas o zancos

Son raíces que se originan en la base del tallo y se extienden en forma de arco hasta el suelo, actuando como soporte. Este tipo de raíces se presenta en el maíz, en algunas palmas y en los manglares (*Rhizophora*). El valor adaptativo de las raíces zancos no ha sido totalmente explicado, pero es evidente su importancia como soporte mecánico de árboles altos e inestables en suelos suaves y poco profundos. Asimismo, estas raíces pueden contribuir a la nutrición de algunas plantas cuyas raíces subterráneas han sido dañadas, en suelos inundados o pobremente aireados.

### Raíces respiratorias o neumorrizas

Algunas plantas palustres presentan neumatóforos, raíces especializadas con geotropismo negativo. En el caso de *Ludwigia peploides* sobre los estolones se originan dos tipos de raíces: los neumatóforos y otras raíces adventicias, con geotropismo positivo. Los neumatóforos presentan la superficie rugosa, la estela es muy pequeña, y el córtex está formado por un aerénquima particular, constituido por células alargadas dispuestas en capas concéntricas.

### Suctororas o haustorios

Son raíces muy modificadas que se presentan en plantas parásitas y hemiparásitas y están relacionadas con el tipo particular de nutrición de estas plantas. El origen de estas raíces puede ser embrional o adventicio. Las raíces haustoriales son el órgano de fijación y de absorción de estas plantas y representan los sitios en que se establece el contacto entre la planta huésped y la hospedera, considerándose: "órganos chupadores".



Raíces Zancos



Neumorrizas



Haustorios