



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
ETNOBOTÁNICA



OTROS CARBOHIDRATOS

M. en C. GUSTAVO SALGADO BENITEZ

ALMIDÓN DE TUBÉRCULOS, RIZOMAS Y RAÍCES

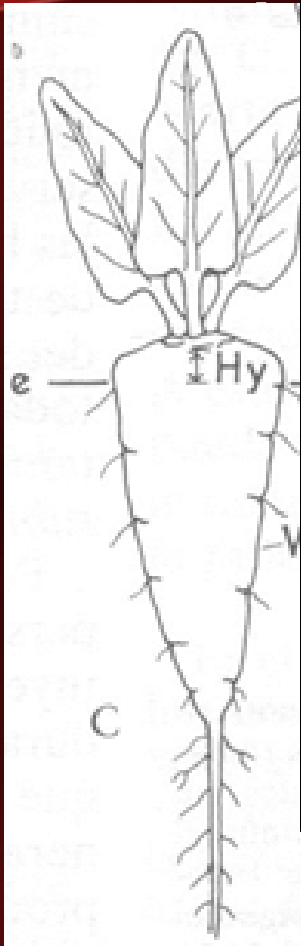
- Este grupo de plantas era y es parte importante de la dieta de pueblos recolectores. Además se ha vuelto un alimento básico en varias partes del mundo, sobre todo la papa en regiones templadas, y la mandioca o yuca en regiones tropicales, por producir mucho más carbohidratos por ha que los cereales.

LAS ESTRUCTURAS SUBTERRÁNEAS DE LAS PLANTAS

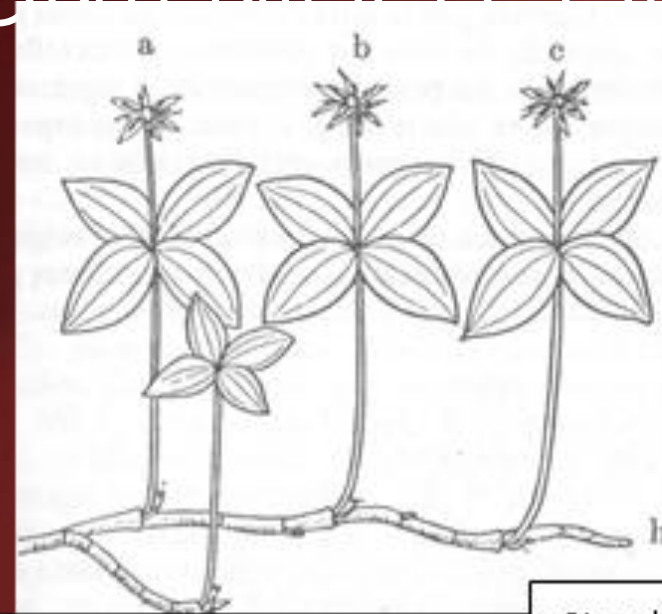
Las estructuras subterráneas de las plantas se pueden clasificar según su origen morfológico en radicales y caulinares.

Los dos tipos de tubérculos se pueden parecer, pero mantienen sus estructuras básicas (p.ej. los tubérculos caulinares mantienen cicatrices de las axilas de hojas, que son los "ojos" de las papas).

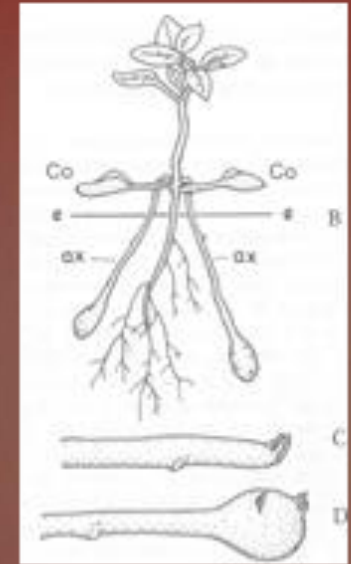
TÍTULO Y DISEÑO DE CONTENIDO CON



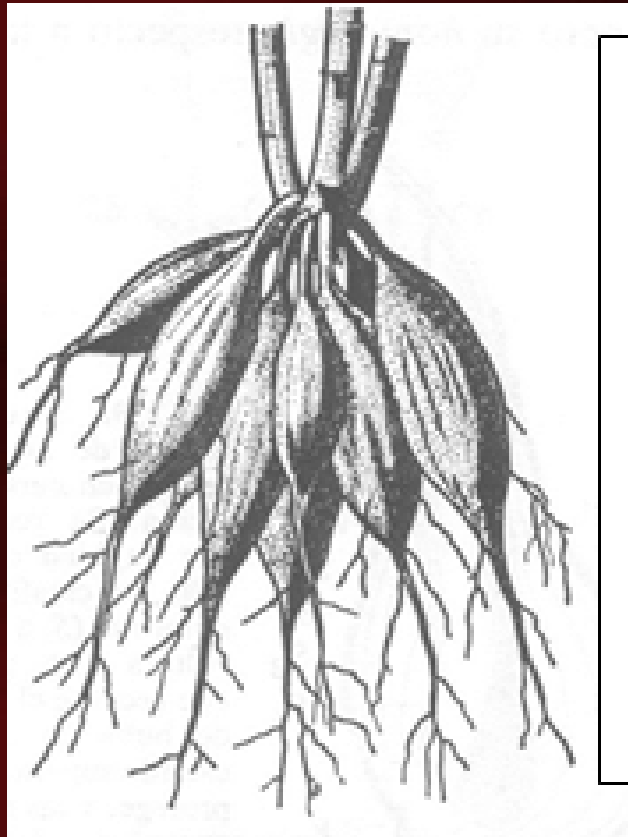
1. Raíz primaria. Ésta se deriva directamente de la radícula de la semilla. Se puede hinchar para almacenar nutrientes o agua; se llama entonces **raíz napiforme** (ejemplo: zanahoria; la ilustración es una remolacha azucarera, en la cual también se hincha una parte del hipocótilo).



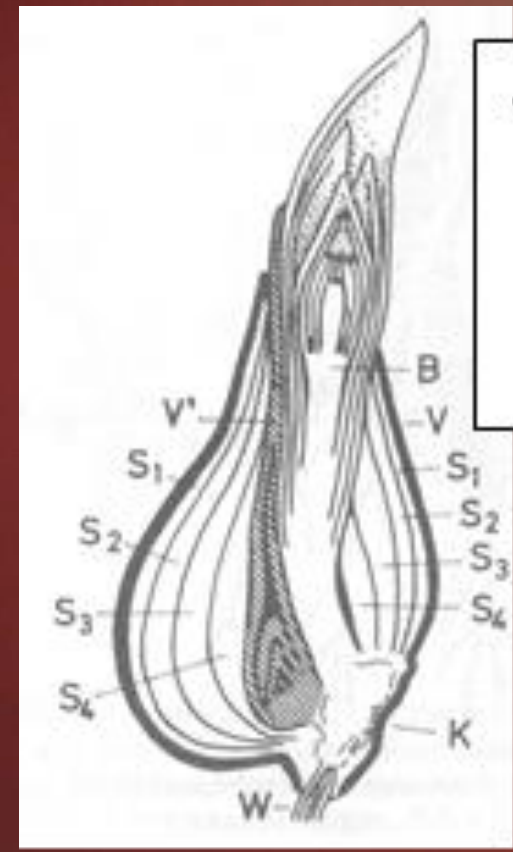
3. Rizomas. Son **tallos subterráneos**. Pueden crecer vertical- u horizontalmente.



Si se hinchan para almacenamiento, se llaman **tubérculos caulinares** (ejemplo: papa).



2. Raíces secundarias. Éstas se derivan generalmente del tallo o de rizomas, al morir la raíz primaria. Todas las raíces de los pastos, p.ej., son secundarias. Si cumplen con funciones de almacenamiento, se llaman **tubérculos radicales** (Ejemplo: la papa dulce o camote, *Ipomoea batatas*; la ilustración es una *Dahlia*).



4. Bulbos. Son bases de hojas que almacenan (ejemplo: cebolla).

SOLANUM TUBEROSUM (SOLANACEAE)– PAPA, BATATA (POTATO)

- Es una **hierba perenne** débil y decumbente o erecta. Tiene flores blancas o moradas y frutos parecidos a pequeños jitomates. La planta tiene raíces y rizomas; partes hinchadas de estas últimas forman los **tubérculos comestibles**. Es **el tubérculo más importante**, al mismo nivel que los cereales, sobre todo en climas templados (se encuentra en 4º lugar, después del trigo, maíz y arroz).
- Proviene de las **partes altas de los Andes**; cuando llegaron los españoles estaba distribuida por todos los Andes. La introducción a Europa fue lenta al principio, porque la papa original era dependiente de días cortos para producir tubérculos. Luego los europeos la adoptaron con mucho entusiasmo (produce **2 x más calorías por ha** que los cereales, tiene poca proteína –2% - pero es rica en lisina, y vitamina C).

- En la primera mitad del siglo 19 se creó una **dependencia muy fuerte** (con un aumento fuerte en la población) en **Irlanda**. En 1845 una plaga, el hongo *Phytophthora infestans* destruyó casi toda la cosecha que llevó a una de las peores **hambrunas** conocidas en la historia moderna, **1-2 millones de muertos**, otros tantos emigraron. La plaga luego se controló con el desarrollo de un fungicida (mezcla de Bordeaux con cobre). Hoy el principal consumidor es Europa, junto con Rusia; antes como producto básico, hoy cada vez más como complemento. Sin embargo, sigue siendo importante en los Andes también.

VARIEDADES

Hay **varias especies cultivadas en el ámbito regional** o local (también en México), pero sólo hay una de importancia internacional. Los restos arqueológicos de papas cultivadas más antiguas tienen aproximadamente 7000 años.

Hay **cientos de cultivares**, sobre todo en los países de origen y en los productores principales. Se clasifican en tempranas, principales y tardías (en relación con la fecha normal de venta), forma, color y tipo de almidón (para ciertos guisados y procesos se requieren ciertos tipos de papa). **Las metas del mejoramiento** son: rizomas cortos (para que las papas queden cerca de la planta y se facilite la cosecha), resistencia, tamaño y uniformidad de los tubérculos



USOS Y PROCESOS

- Para **el consumo directo** se usa de las siguientes maneras:
 - - cocidos con agua, fritas, horneadas, etc., también procesadas de varias maneras tipo pánqué, puré, varios tipos de bolas con otros ingredientes, como **fuentes de carbohidratos básica**;
 - - en sopa, guisados etc. como **complemento**;
 - - **botanas** (papas fritas).
- Se pueden congelar, enlatar o deshidratar previo al consumo.
- En los Andes se conservan como “**chuño**” por un proceso de congelación - secado repetido.
- Otros usos son:
 - - alimento animal, sobre todo para cerdos;
 - - fuente de almidón alimenticio e industrial;
 - - bebidas alcohólicas (vodka y schnaps) y alcohol industrial;
 - - glucosa y dextrina después de una transformación enzimática.

PRODUCCIÓN

- Se cultiva en todo el mundo, menos en el trópico húmedo. Los principales productores son Rusia, China, Polonia, Alemania e India. Se **propaga por piezas de tubérculo**, lo que a veces causa problemas con infecciones.
 - **Aspectos especiales**
- Todas las partes verdes de la papa contienen **alcaloides tóxicos**. Las papas deben almacenarse en la oscuridad, con cierta humedad ambiental, y no se deben consumir tubérculos con manchas verdes.

-

OTROS TUBÉRCULOS ANDINOS

- ***Oxalis tuberosa* (Oxalidaceae) – oka, papa china (oca).** Es una hierba perenne con hojas trifoliadas y flores amarillas. Tiene **tubérculos** alargados blancos, amarillos o rojos. Los tubérculos son un alimento básico en grandes partes de los Andes; en México se cultiva como botana y se come cruda (entonces es ácida por los oxalatos). También se cultiva en Nueva Zelanda, y como ornamental en Europa.
- ***Tropaeolum tuberosum* (Tropaeolaceae) - mastuerzo (ysaño).** Es un pariente de nuestro mastuerzo ornamental, y se parece a él, pero con hojas algo lobuladas. Se cultiva arriba de los 3000 msnm en **los Andes**, es resistente al frío. Los tubérculos contienen 14-16% proteína y casi 480 mg Vit. C/100g (el doble (!) que la guayaba, pero se descompone parcialmente al cocerlo).
- ***Ullucus tuberosus* (Basellaceae) - papa lisa (ulluco).** También se cultiva en **altitudes altas** de los Andes (hasta 3800 msnm). Los tubérculos son como papas pequeñas o más alargadas, pueden ser amarillos, rosas, rojos o morados. Entra al comercio en los países andinos y se exporta a E.U.
- Hay varias especies más, domesticadas por sus raíces y tubérculos en los Andes, p.ej. ***Lepidium meyenii* (Brassicaceae; maca); *Pachyrhizum ahipa* (Fabaceae; ahipa); *Arracacia xanthorrhiza* (Apiaceae; arracacha) y *Smallanthus sonchifolius* (Asteraceae; yacon).**



MANIHOT ESCULENTA (EUPHORBIACEAE) - YUCA, MANDIOCA (MANIOK, CASSAVA, TAPIOCA)

- Es un arbusto con hojas palmati-partidas, de hasta aproximadamente 3m. Es la **raíz productora de carbohidratos más importante**. Las hojas también son comestibles. Es el **alimento básico** para aproximadamente 500 millones de personas, cuarto en importancia como fuente de carbohidratos en el trópico. Provee alrededor del 37% de las calorías consumidas en África, y 22% en América.

Evolución y domesticación

- Se domesticó en América tropical, solamente es conocida como cultivada. Posiblemente fue **domesticada 2 veces** (Mesoamérica; NE de Brasil). Los restos más antiguos tienen 4000 años.



VARIEDADES

- Hay variedades que se diferencian por el tamaño de la planta, forma de las hojas, forma y tamaño de las raíces y contenido de linamarina.

Usos y procesos

- Contiene algo o mucho de **compuestos tóxicos**, sobre todo el glucósido linamarina, que se descompone enzimáticamente en ácido cianúrico (HCN), que se evapora si es expuesto al aire. Es necesario procesar las raíces para removerlo. Este **proceso** consiste en rallar o machacar la raíz, dejarla remojar en agua, exprimirla, y cocerla como tortilla grande o hacer harina. También se tuesta o se fermenta. El almidón puro de la mandioca se llama **tapioca**, que se vende a los países templados. Tailandia la exporta a Europa como alimento animal.

- **Producción**

- Se propaga por piezas de tallo. Requiere 9-18 meses a la cosecha. Se puede dejar en el suelo hasta dos años.
- Se cultiva en prácticamente todos en los países tropicales y subtropicales.

- **Aspectos especiales**

- **Ventajas:** crece bien en climas áridos y húmedos, en suelos pobres, es relativamente resistente a plagas (los chapulines no lo comen), requiere poco trabajo, tiene altos rendimientos. **Desventajas:** contiene poca proteína, casi ninguna vitamina.

-

IPOMOEA BATATAS (CONVOLVULACEAE) - **CAMOTE, BATATA (SWEET POTATO).**

- Es un bejuco con hojas acorazonadas y flores moradas. Generalmente se arrastra sobre el suelo. Lo comestible son **tubérculos radicales**, que parecen papas. También las hojas se comen.

• **Evolución y domesticación**

- El origen todavía no está bien conocido. Se domesticó o en **S-América** o en **Mesoamérica**, derivada de la especie malezoide *Ipomoea trifida*. Se encontraron fósiles en los Andes de 8000 + 10000 años; y restos arqueológicos de cultivadas de 4500 años. Hoy está **muy difundido en el Viejo Mundo**; parece que **llegó antes de Colón a las islas del Pacífico** y Nueva Zelanda, den donde juega un papel cultural importante.

• **Variedades**

- Hay variantes en la forma (redonda a alargada), en el color de la "piel" (blanco, beige, amarillo, morado) y en el color del tejido interior (blanco, amarillo, anaranjado).
- Contiene algo de proteína (aproximadamente 2%), azúcar (sabor dulce) y las variedades con tejido amarillo o anaranjado tienen carotina.

• **Usos y procesos**

- Los tubérculos se pueden **cocer u hornear** y consumir directamente. También se hacen dulces con azúcar cristalizado. Se usan como alimento para animales y se produce alcohol. No se pueden almacenar mucho tiempo.

- **Producción**

- Es un bejuco perenne, pero se puede **cultivar como anual a partir de esquejes** o por los pequeños tubérculos que produce.
- Son más amenazados por plagas que la yuca, pero **crecen más rápidamente** (3-6 meses). Gran parte del cultivo es para el autoconsumo. El productor más grande hoy es China.

- **Aspectos especiales**

- Son importantes como cultivos menores o de reserva por su maduración rápida en varias regiones (cuando falla el cultivo principal, p.ej. arroz).

DIOSCOREA SPP. (DIOSCOREACEAE) – ÑAME (YAM)

- Hay aproximadamente **600 especies de *Dioscorea***, todas en el trópico. Todas son bejucos con hojas características acorazonadas; la parte comestible es un **tubérculo o un rizoma**, dependiendo de la especie.
- **Especies**
- Hay **varias especies cultivadas**:
 - **África:**
 - *D. rotundata* ("white Guinea yam"; la especie más importante en el oeste de África).
 - *D. cayensis* ("yellow Guinea yam"; también se cultiva en el Caribe).
 - **Asia:**
 - *D. alata* ("greater yam"; hoy se cultiva en todo el trópico).
 - *D. esculenta* ("lesser yam"; muy antiguo en Asia).
 - **China templada**
 - *D. opposita*
 - **América:**
 - *D. trifida* ("cush-cush yam", cultivado en el Caribe).



- **Usos y procesos**

- **Se usa como papa:** cocido, frito o tostado (fufu, un puré, en África).
- Las especies silvestres sirven como alimento de emergencia; se tienen que procesar antes de ser consumidos para remover toxinas.

- **Producción**

- Son más importantes como alimento y culturalmente en **África y Polinesia**. Es importante en el oeste de África, especialmente Nigeria. También se cultiva en Sudamérica, el Caribe y en el sureste de Asia.
- Se propaga vegetativamente. Los tubérculos pueden pesar **hasta 20 kg**.

- **Aspectos especiales**
- Algunas especies son **venenosas por oxalatos y alcaloides**; algunas producen diosgenina, un esteroide, que se puede modificar químicamente para obtener la molécula base **de hormonas** animales y humanas (entre otros, cortisona y progesterona).
- Se **almacenan bien** y por esto los viejos Polinesios lo llevaron como alimento en sus viajes largos por el Pacífico.

COLOCASIA ESCULENTA (ARACEAE) – MALANGA (TARO, MALANGA, DASHEEN).

- Ésta y la siguiente se parecen a la hoja elegante; crece hasta 2m. La parte comestible botánicamente es el tallo, que se encuentra abajo de la tierra. Se comen también los rizomas y las hojas.
- Son originarias del sureste de Asia, probablemente fueron cultivadas antes del arroz, llegando a Egipto en tiempos antiguos. Es un alimento básico en muchas islas del Pacífico, y es ampliamente cultivado en China. Crece en **lugares húmedos**.
- El tallo o cormo se tuesta, hornea o hierve. Contienen oxalatos - hay que cambiar el agua de cocer y hervirlo lo suficiente.



XANTHOSOMA SAGITTIFOLIUM (ARACEAE) - TANIA, MACAL (TANNIA).

- Es algo más alta que la malanga. Se originó en el Nuevo Mundo, desde tiempos antiguos en el Caribe y América tropical; hoy se cultiva en todo el trópico. Se usa de manera parecida a la malanga, pero el almidón es un poco más difícil de digerir. Es un pariente de la “hoja elegante



MARANTA ARUNDINACEA (MARANTACEAE) – **GUAPO (ARROWROOT).**

- Es una hierba perenne con rizomas almidonosos. Proviene de las Antillas y del norte de S-América; se cultiva hoy en el Caribe, China y Brasil. Madura en 10-12 meses. No se usa todo el rizoma, sino que se extrae el almidón, que es **fácilmente digerible y propio para dietas de reconvalecientes.**





- ***Canna edulis* (Cannaceae) - canna.** Es de S-América, fue cultivada desde hace 2000 años. Hoy hay algo de cultivo alrededor de Cusco, en el Pacífico, en Australia.

CYPERUS ESCULENTUS

- **Cyperaceae– coquillo (chufa, tiger nut).** Esta ciperácea, conocida en México principalmente como una maleza tropical nociva, puede formar tubérculos subterráneos, y hay formas domesticadas. Contienen 16% de sucrosa. Se encontraron en **tumbas egipcias** con una edad de 4300 años. Hoy se cultiva en el **oeste de África** para el consumo directo (cruda o tostada); en España se usa para hacer horchata.



Helianthus tuberosus

- **(Asteraceae) – (Jerusalem artichoke)**. Esta hierba alta (3m) es originaria de Norteamérica y emparentada con el girasol (*Helianthus annuus*). Tiene tubérculos blancos, amarillos, rojos y azules, de 3-6 cm en diámetro y hasta 10 de largo, de formas irregulares. Se cuece o se hornea. Los tubérculos no contienen almidón, sino **inulina**, una **polifruktosa**, así que los **diabéticos lo pueden comer en sustitución de papas**.



Pachyrrhizus erosus

- (Fabaceae) – jícama (yam bean). Es una trepadora con flores azules, de origen mexicano. Tiene una raíz hinchada (napiforme), con un alto contenido de agua, almidones y algo de azúcar. Se cultiva principalmente en **Mesoamérica** (en donde se consume principalmente cruda, a **manera de fruta**) y en el **Sureste de Asia** (en donde se consume principalmente **cocida**).



Phaseolus coccineus



- **(Fabaceae) – raíz de ayocote.** Algunas variedades del ayocote del centro de México (cultivadas sobre todo en la Sierra Norte de Puebla), producen raíces engrosadas comestibles, que entran al comercio regional. Se comen a manera de papas.

Sechium edule

- (Cucurbitaceae)
- **raíz de chayote.** El chayote produce un tubérculo grande que es popular en algunas regiones del país. Se consume a manera de papas



Sagittaria latifolia

- **(Sagittariaceae) – papa del agua.** Esta planta acuática produce tubérculos subterráneos que se venden como papa del agua en las regiones de México cercanos a lagunas, p.ej. en el Valle de Toluca, como botanas



Metroxylon sagu



- (Arecaceae = Palmae) – sago (sago). Se produce sago principalmente de una palma originaria del sureste de Asia (hay algunas otras palmas que también sirven). Crece en ciénagas. Antes de florecer (con una edad de 10-15 años), acumula almidón en su tallo; se quita la corteza, se corta en pedazos y se lava el almidón. Se seca para hacer una harina en Nueva Guinea. Para hacer el sago perlado del comercio, se pasa el almidón húmedo por una coladera sobre una superficie caliente, lo que gelatiniza al almidón.

CUESTIONARIO

-
- 1. ¿Por qué hay tantos órganos subterráneos que son buenas fuentes de carbohidratos?
- 2. ¿Cuáles ventajas tienen los órganos subterráneos del punto de vista agronómico?
- 3. ¿Cuáles desventajas tienen los órganos subterráneos?
- 4. ¿Qué es una raíz primaria? Nombra un ejemplo de una raíz primaria comestible.
- 5. ¿Qué es un rizoma? Nombra un ejemplo de un rizoma comestible.
- 6. ¿Qué es un tubérculo? Nombra un ejemplo de un tubérculo comestible.
- 7. ¿Qué es un bulbo? Nombra un ejemplo de un bulbo comestible.
- 8. ¿Por qué es tan importante la papa?
- 9. ¿Por qué se tiene que procesar la mandioca?
- 10. ¿Cuáles son las ventajas y cuáles son las desventajas de la mandioca o yuca?
- 11. ¿Por qué son importantes los ñames?