

Metabolitos secundarios



¿Qué son?

Son compuestos orgánicos producidos por las plantas, que aparentan no tener una función directa en el crecimiento y desarrollo de éstas.

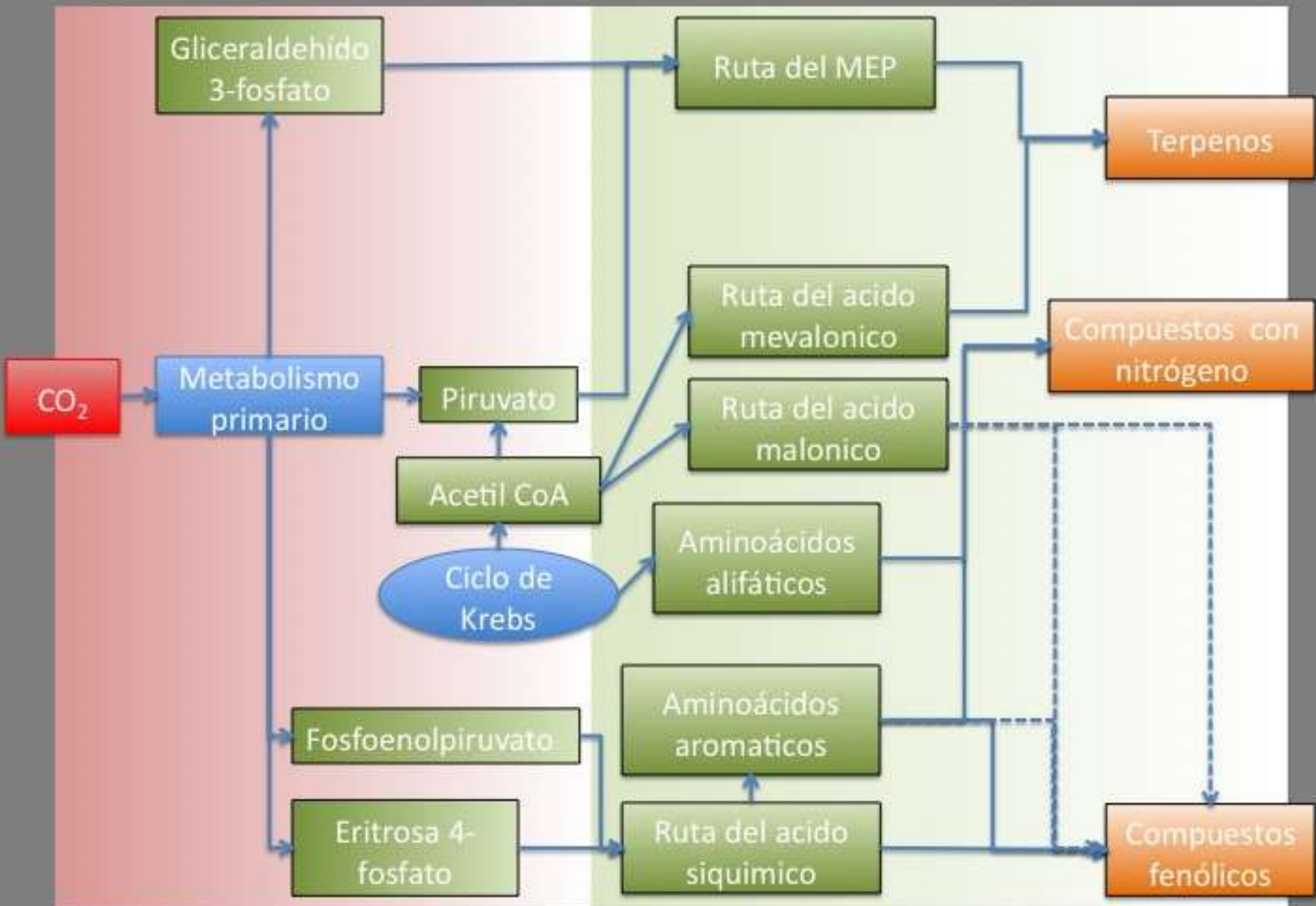


Se sintetizan en las plantas a partir de una serie de moléculas clave conocidas como intermediarios, que se sintetizan a su vez a partir del metabolismo primario.

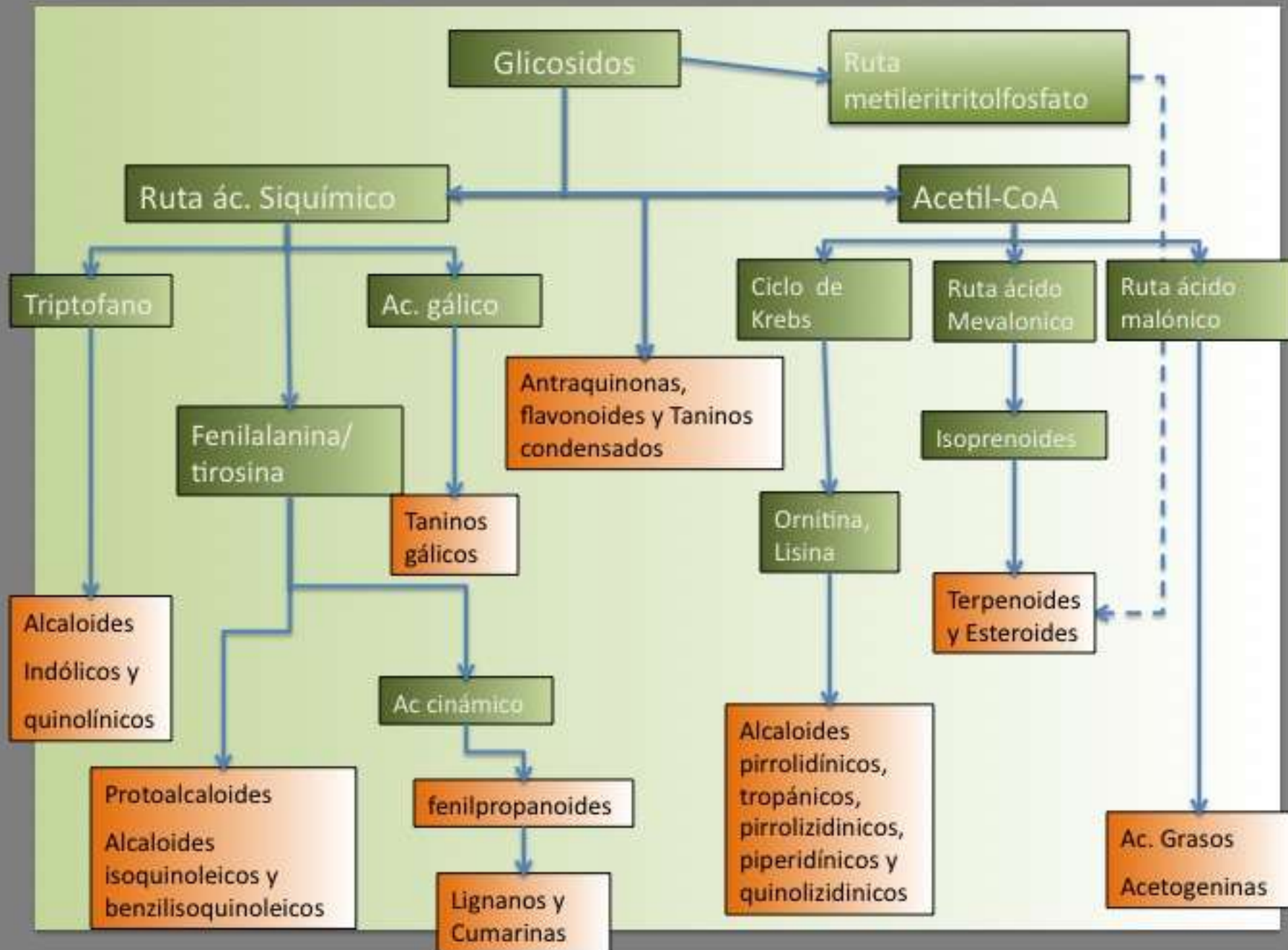


- ▶ Son metabolitos primarios aquellos que participan en la nutrición y procesos metabólicos esenciales para la planta, mientras que metabolitos secundarios son los que permitan interacciones ecológicas de la planta con su entorno.





MEP = metileritritolfosfato



Usos:

Tienen importancia:

- ▶ médica
- ▶ como saborizantes
- ▶ como materiales industriales



Dentro de la ecología:

- ▶ Protegen a las plantas contra depredadores e infecciones causadas por patógenos microbianos.
- ▶ Sirven como atrayentes.



Se dividen en tres grupos

Terpenos

Generalmente
insolubles en agua

Formación

Acido mevalónico

Fenoles

Algunos polímeros
insolubles

Compuestos
nitrogenados

- ▶ **Isopreno (hemiterpenos):** es el terpenoide más simple, es un producto volátil producido por los tejidos fotosintéticos. Se cree que el isopreno lo producen ciertas plantas para hacer frente a las altas temperaturas. El isopreno a su vez, participa en cierta medida en la producción del ozono de la tropósfera.

Los isoprenoides son compuestos que se encuentran frecuentemente en los aceites esenciales.

BIOSÍNTESIS DE TERPENOIDES



ácido mevalónico + pirofosfato de isopentilo

pirofosfato de linalilo \rightleftharpoons pirofosfato de geranilo \longrightarrow monoterpenos

pirofosfato de nerolidino \rightleftharpoons pirofosfato de farnesilo \longrightarrow sesquiterpenos

tetraterpeno diterpeno triterpeno

De acuerdo a las unidades de isopreno (C-5) que contengan, los terpenoides se dividen en cinco grupos:

- ▶ Monoterpenos (C-10) formados por dos unidades de isopreno.
- ▶ Sesquiterpenos (C-15) formados por tres unidades de isopreno.
- ▶ Diterpenos (C-20) formados por cuatro unidades de isopreno.
- ▶ Sesterterpenos (C-25) formados por cinco unidades de isopreno (Hongos e insectos).
- ▶ Triterpenos (C-30) formados por seis unidades de isopreno.
- ▶ Politerpenos (C-n) formados por n unidades de isopreno.

- ▶ **Monoterpenos** (formados por dos moléculas de isopreno): los monoterpenos suelen ser los componentes de las esencias volátiles de las flores y de los aceites esenciales de las hierbas y especias, en los que los monoterpenos pueden constituir incluso el 5% del peso seco de la planta. Los monoterpenos se pueden aislar tanto por destilación como por extracción, y son utilizados para la producción industrial de sabores y perfumes.



- ▶ Los monoterpenos: geraniol, limoneno, mentol, pineno, **alcanfor** y carnova; aceite de geranio, de limón y de menta etc.



- ▶ **Sesquiterpenos** (formados por tres moléculas de isopreno): al igual que los monoterpenos, muchos sesquiterpenos aparecen en los aceites esenciales. A su vez, muchos sesquiterpenos actúan como fitoalexinas (antibióticos producidos por las plantas en respuesta al ataque de microorganismos) y como agentes repelentes de herbívoros.



- ▶ **Diterpenos** (formados por cuatro moléculas de isopreno): a este grupo pertenecen el fitol (que forma parte de la estructura de las clorofilas); hormonas giberelinas; ácidos resinosos de coníferas y especies de leguminosas; fitoalexinas y numerosos metabolitos farmacológicamente importantes, como es el caso del taxol, un agente anticancerígeno encontrado a muy bajas concentraciones en el la corteza del tejo (0,01% del peso seco), y la forskolina, un compuesto utilizado para tratar el glaucoma.

Resinas

La resina es cualquiera de las sustancias de secreción de las plantas con aspecto y propiedades más o menos análogas. Se puede considerar como resina a las sustancias que sufren un proceso de polimerización o secado dando lugar a productos sólidos siendo anteriormente líquidas.

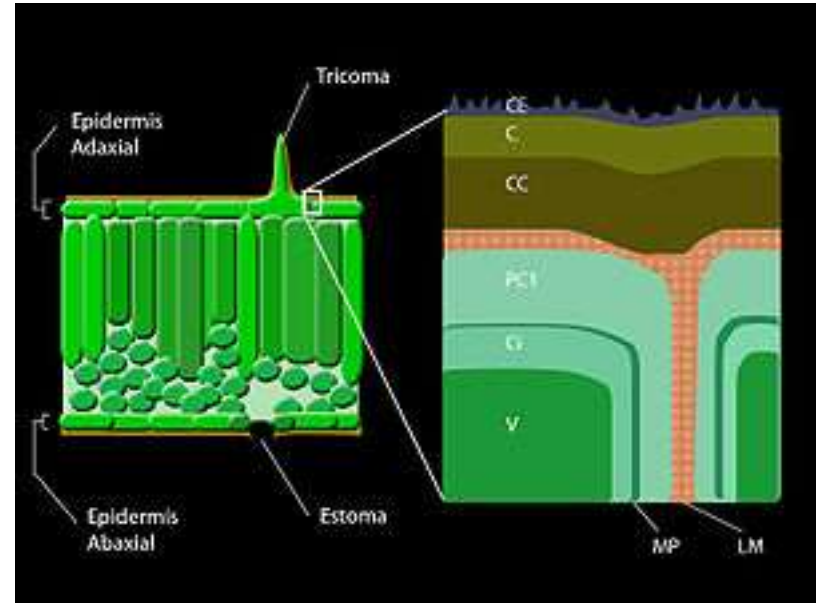
No tienen estructura química definida.

Funcion

Debido a su intensa acción irritante local, se comporta como un purgante. También han sido ampliamente usados como expectorantes



- ▶ **Triterpenos** (formados por seis moléculas de isopreno): a este grupo pertenecen los **brasinosteroides** (que son otro tipo de hormonas vegetales), los **fitoesteroles**, que componen las membranas celulares, algunas **fitoalexinas**, y compuestos que forman parte de las **ceras** (recubren y protegen los frutos, tal como es el caso del **ácido oleanóico** de las uvas).

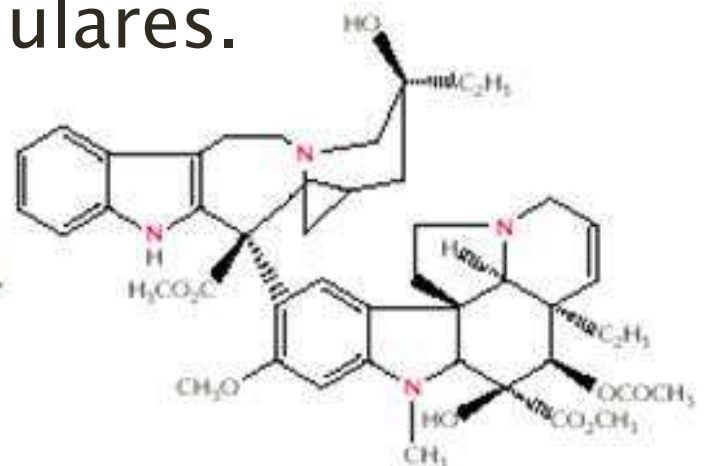


- ▶ **Tetraterpenos** (formados por ocho moléculas de isopreno): a este grupo pertenecen los carotenos, que son pigmentos que poseen funciones importantes en la fotosíntesis.
- ▶ **Politerpenos** (formados por más de ocho moléculas de isopreno): en este grupo encontramos la plastoquinona y la ubiquinona, que son moléculas antioxidantes que participan en la cadena transportadora de electrones de la fotosíntesis y de la respiración celular respectivamente.

- ▶ **Meroterpenos** son moléculas mixtas que llevan en su composición isopreno, así por ejemplo, la vincristina y la vinblastina, que son alcaloides con propiedades anticancerígenas, contienen fragmentos de terpenoides en su estructura. Otros ejemplos son las hormonas vegetales citoquininas y algunos fenilpropanoides que contienen cadenas de isopreno. Además, hay muchas proteínas que gracias a su unión covalente a cadenas de isopreno, pueden quedar ancladas a las membranas celulares.



Catharanthus roseus



Vinblastine

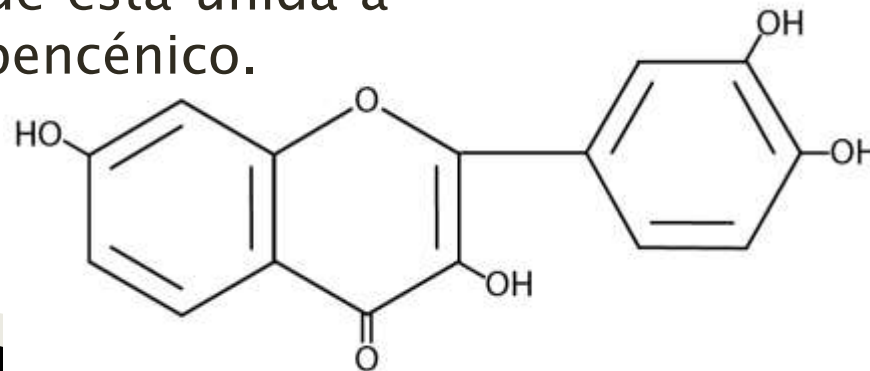
Flavonoides

Son Pigmentos vegetales, terpenoides y aromáticos.



Estructura

un anillo bencénico unido a una cadena propánica que está unida a su vez a otro anillo bencénico.



Función

- Algunos protegen a las plantas generando sabores o texturas desagradables para los herbívoros.



- son componentes de pigmentos de las flores y hojas que dan coloraciones atrayentes de insectos.

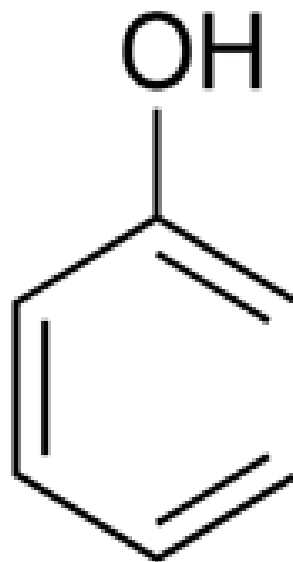


- Proporcionan aromas y colores a los frutos y los hacen más apetecibles para los herbívoros que se alimentan de ellos.

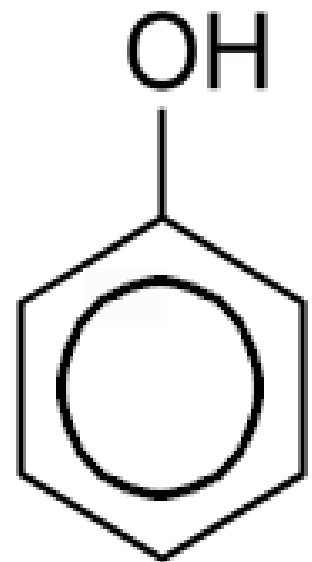
- Los flavonoides incoloros captan el 90% de las radiaciones UV, impidiendo los efectos nocivos de estas radiaciones en los tejidos internos.



Ácidos fenolicos

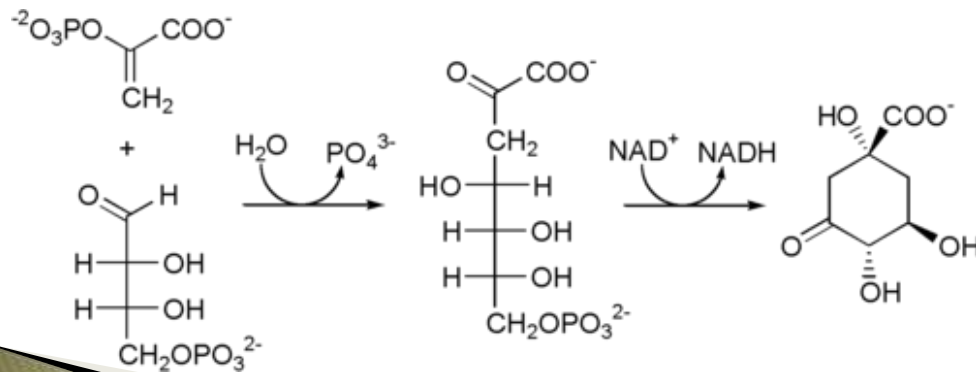


or



Los fenoles o compuestos fenólicos son compuestos orgánicos en cuyas estructuras moleculares contienen al menos un grupo fenol, un anillo aromático unido a al menos un grupo funcional hidroxilo

Generalmente todos los vegetales, como producto de su metabolismo secundario normal, son capaces de biosintetizar un elevado número de compuestos fenólicos, algunos de los cuales son indispensables para sus funciones fisiológicas y otros son de utilidad para defenderse ante situaciones de estrés



En general son sintetizados por una de dos vías biosintéticas: la vía del ácido shikimico o la vía del ácido mevalónico

Características



Los compuestos fenólicos de las plantas son un grupo heterogéneo de productos con más de 10.000 compuestos. Algunos son solubles en solventes orgánicos, otros son glucósidos o ácidos carboxílicos y por lo tanto solubles en agua, y otros son polímeros muy grandes e insolubles.

Funciones en las plantas:

Juega una variedad muy heterogénea de roles en las plantas:



Productos de defensa ante herbívoros y patógenos



Proveen soporte mecánico a la planta



Atraen polinizadores o dispersores de frutos



Absorben la radiación ultravioleta, o actúan como agentes alelopáticos (por ejemplo reducen el crecimiento de plantas competidoras que estén cerca).

Dentro de los fenoles:

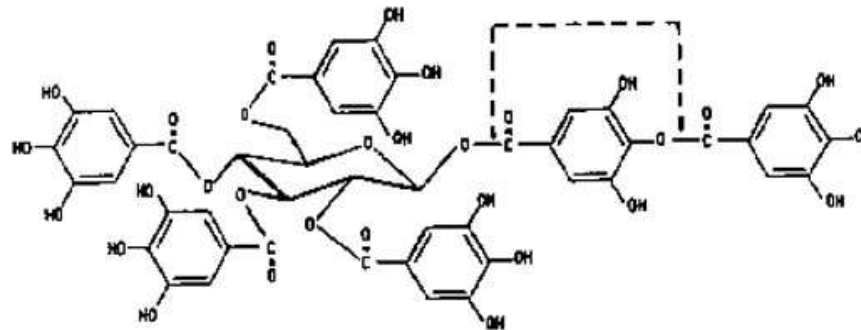
- ▶ los capsaicinoides, son responsables de las propiedades irritantes de los pimientos rojos, mientras que los piperinoides le dan el sabor característico a la pimienta negra. Los deliciosos sabores de la canela y del jengibre son impartidos por derivados del cinamato y del gingerol, respectivamente. característicos al aceite de clavos,



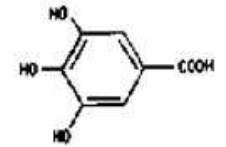
- ▶ Por otro lado, los alifenoles establecen los sabores y olores habitualmente utilizado en los tratamientos de dolores dentales. La vanillina, procedente de las semillas de vainilla, es extensamente utilizada en panadería y confitería.



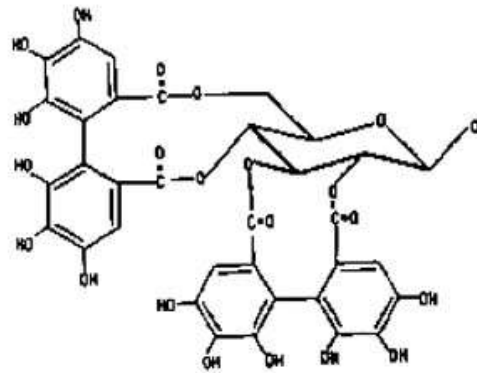
Taninos



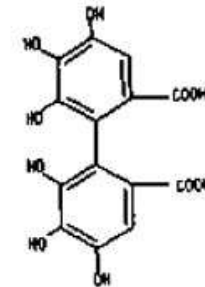
GALOTANINO



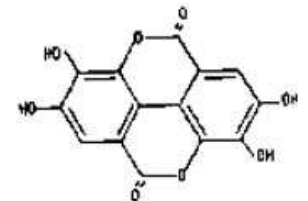
ACIDO GALICO



ELAGITANINO



ACIDO HEXAHIDROXIFENICO



ACIDO ELAGICO

Químicamente son metabolitos secundarios de las plantas fenólicos, no nitrogenados, solubles en agua y no en alcohol ni solventes orgánicos

Características

- ▶ Los taninos tienen un ligero olor característico.
- ▶ Sabor amargo y astringente
- ▶ Su color va desde el amarillo hasta el castaño oscuro. Expuestos al aire se tornan oscuros.



Tipos de taninos

Hay dos categorías de taninos, clasificados en base a su vía de biosíntesis y sus propiedades químicas:

- ▶ Los **taninos condensados** son polímeros de un flavonoide llamado antocianidina. Es común encontrarlos en la madera de las plantas leñosas.
- ▶ Los **taninos hidrolizables** son polímeros heterogéneos formados por ácidos fenólicos. Son más pequeños que los taninos condensados y son hidrolizados con más facilidad.

Importancia para la planta

reducen significativamente el crecimiento y la supervivencia de muchos herbívoros cuando se adicionan a su dieta

Los taninos pueden inactivar las enzimas digestivas de los herbívoros y crear complejos agregados de taninos y proteínas de plantas que son difíciles de digerir.



funcionan como defensas contra los microorganismos

Importancia industrial



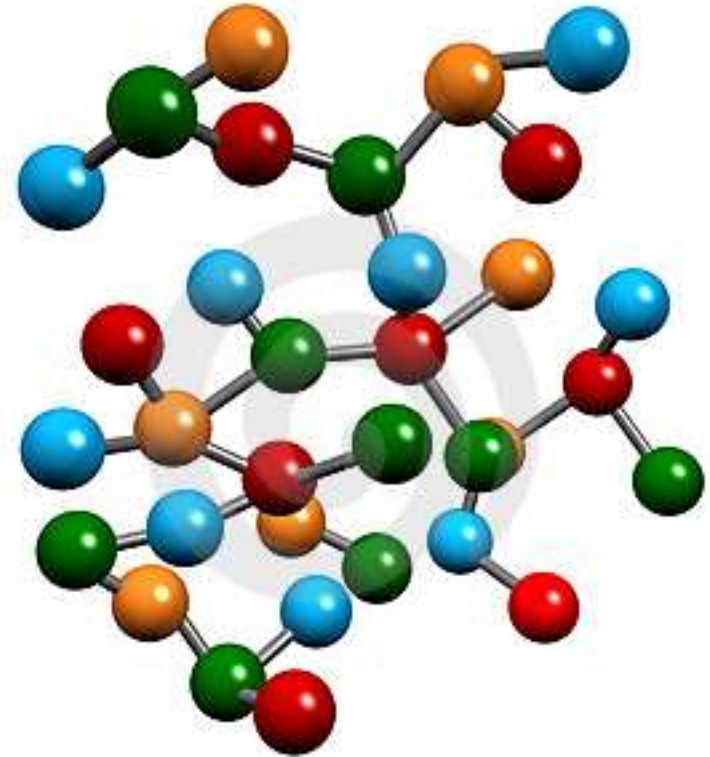
- ▶ El empleo más antiguo conocido de estas sustancias, es en la industria de los curtidos. El curtido es cuando la piel de los animales se convierte en cuero.
- ▶ Los taninos se utilizan en el curtido porque reaccionan con las proteínas de colágeno presentes en las pieles de los animales, uniéndolas entre sí, de esta forma aumenta la resistencia de la piel al calor, a la putrefacción por agua, y al ataque por microbios.

farmacológicas de los taninos



- ▶ podemos destacar sus propiedades astringentes, tanto por vía interna como tónica.
- ▶ Por vía interna se emplean como antidiarreicos, favoreciéndose esta actividad por cierto efecto antiséptico.
- ▶ Poseen también propiedades vasoconstrictoras por lo que se utilizan tanto interna como tópicamente en el tratamiento de afecciones vasculares como varices o hemorroides y en pequeñas heridas.

Fitoalexinas



Las fitoalexinas son metabolitos secundarios sintetizados a partir de un redireccionamiento de precursores del metabolismo primario

Función en la planta

FITOALEXINAS:

sustancia producida por las plantas como mecanismo de defensa

Natural para combatir infecciones.

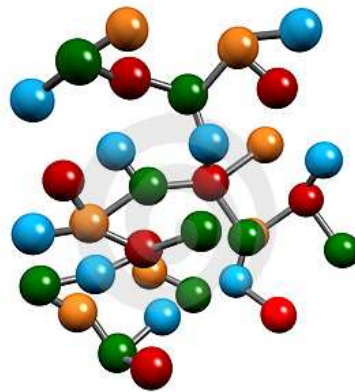
son sustancias tóxicas para las bacterias y hongos.



- ▶ Normalmente las **FITOALEXINAS** no se detectan en las plantas. Estas se empiezan a producir muy rápidamente (de 1 a 8 horas) cuando la planta es atacada por hongos o bacterias y en general se forman alrededor de la infección siendo tóxicas para las bacterias y hongos



Proceso



- ▶ Los hongos y bacterias entran en contacto con la planta
- ▶ Enzimas hidrolíticas rompen las membranas del hongo y bacteria.
- ▶ Los fragmentos de la membrana están compuestos por polisacáridos que se les denominan elicitors internos, ENDOELICITORES.
- ▶ Los ENDOELICITORES activan los mecanismos de defensa, LAS FITOALEXINAS, que son producidas por productos secundarios de la planta.

Compuestos Nitrogenados

- ▶ Los alcaloides se definen generalmente como sustancias de origen vegetal que poseen nitrógeno en su composición y que son farmacológicamente activas.

Ej. Alcaloide Morfina.

- ▶ Los compuestos nitrogenados (alcaloides) contienen uno o más átomos de nitrógeno y derivan principalmente de aminoácidos.

- ▶ Son poco solubles o insolubles en agua.
- ▶ Muchos tienen un sabor amargo. Cumplen diversas funciones en las plantas, como defensas naturales contra animales y hongos, y suelen producir efectos fisiológicos en los animales. Es decir, son **drogas**, y como tales, según la dosis, y la duración del tratamiento, sus usos (en Medicina) pueden ser desde analgésicos, anestésicos o curativos de ciertas enfermedades, hasta producir la muerte (empleados como pesticidas, insecticidas o armas criminales), y/o producir adicciones leves o graves.

Alcaloides

- ▶ Efedrina
- ▶ Cocaína
- ▶ Colchicina
- ▶ Cafeína
- ▶ Etc.

