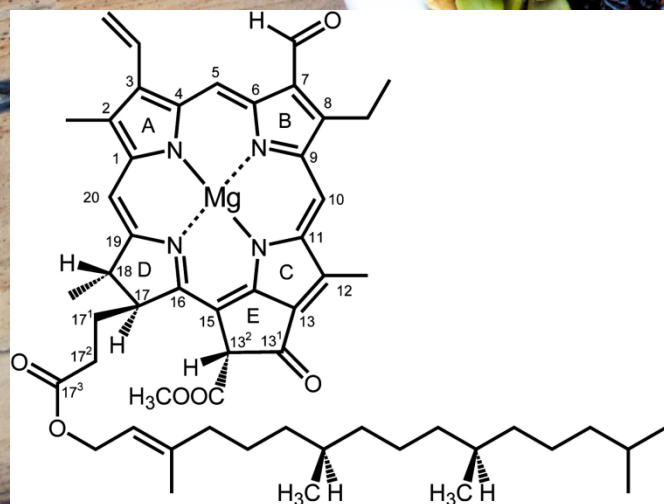
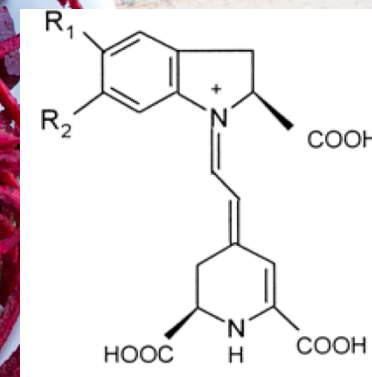
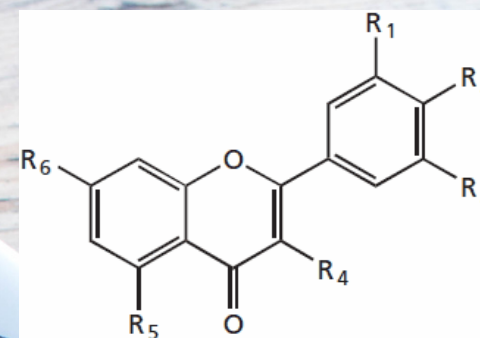


O que é o metabolismo primário?

- Vias metabólicas genéricas que modificam ou sintetizam carboidratos, proteínas, lipídeos e ácidos nucleicos
- São vias metabólicas relativamente bem conservadas entre os seres vivos

O que é o metabolismo secundário?

- “Metabólitos que não estão diretamente associados à manutenção da vida”
- Muitas vias são específicas de uma espécie, ou até de uma população



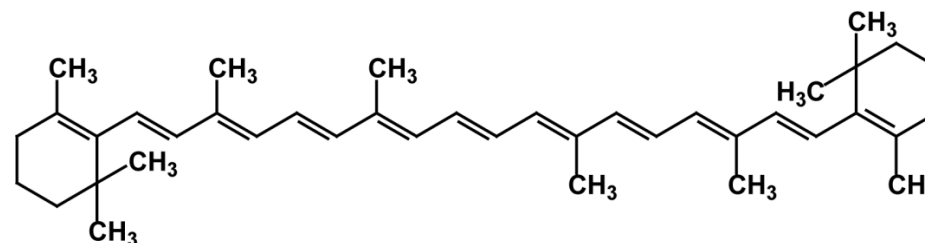
Quais as funções dos metabólitos secundários?

- Pigmentos e odores de flores e frutos para atrair polinizadores e dispersores
- Armas químicas para evitar herbívoros, patógenos ou competidores
- Redutores de digestibilidade contra herbívoros
- Resistência a estresses abióticos

Quais são as principais classes de metabólitos secundários?

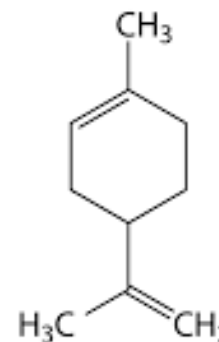
1. Terpenóides ou isoprenóides

- Esteróides
- Geraniol, eugenol
- Carotenóides, xantinas
- Látex, resinas



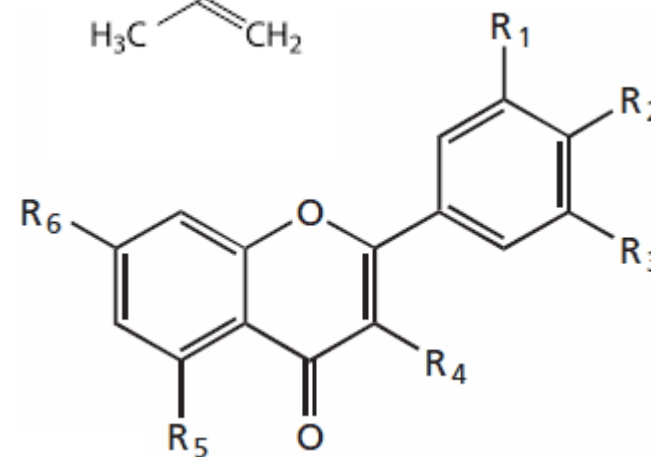
2. Fenilpropanóides

- Ligninas
- Flavonóides – antocianinas, taninos
- Suberinas



3. Alcalóides

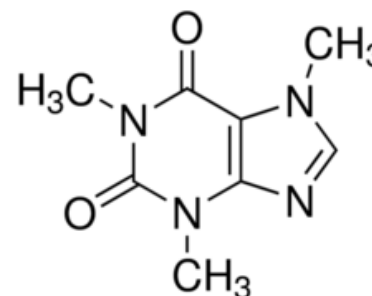
- Nicotina, morfina, cafeína, cocaína



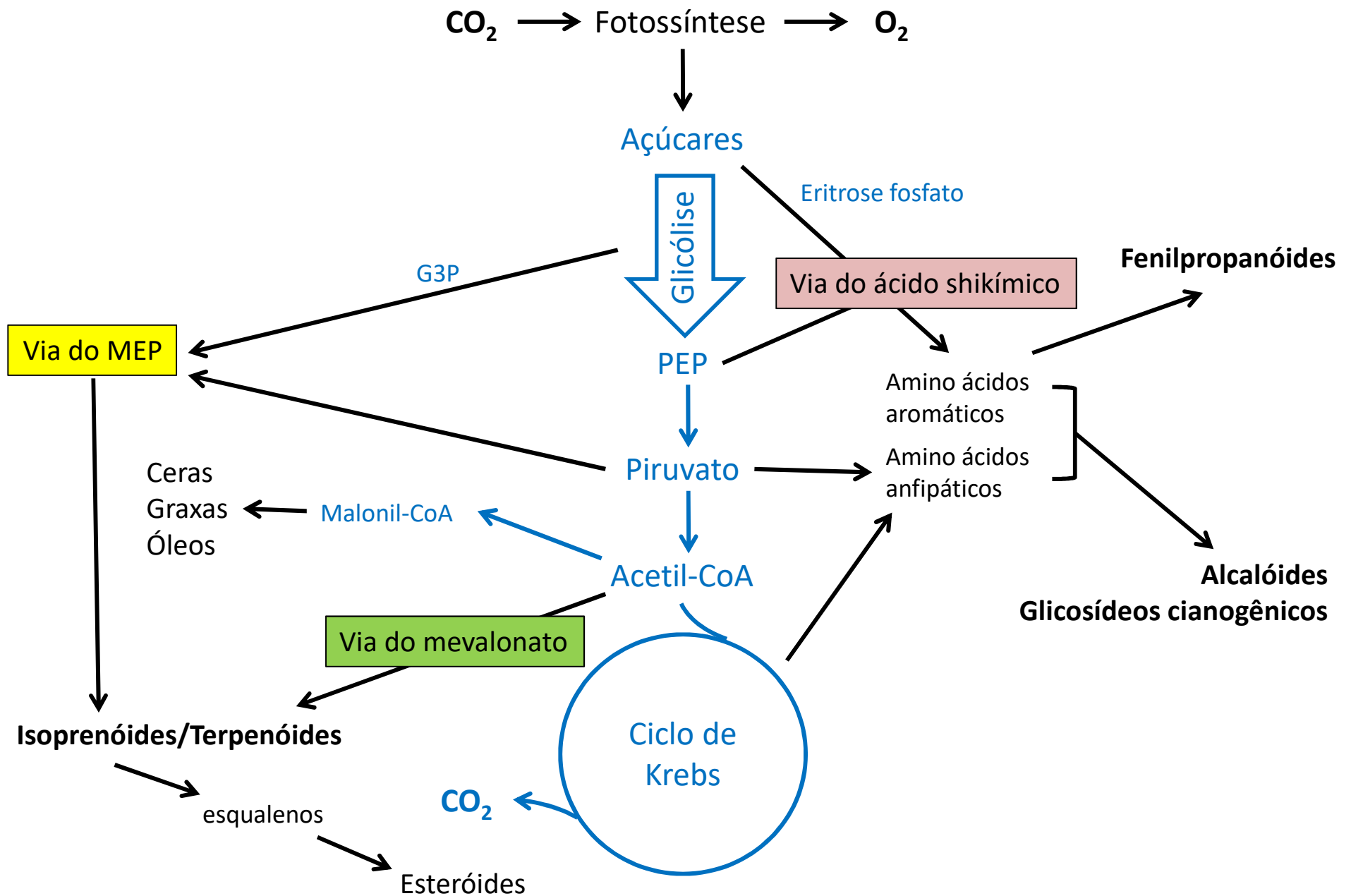
4. Ceras, óleos, graxas

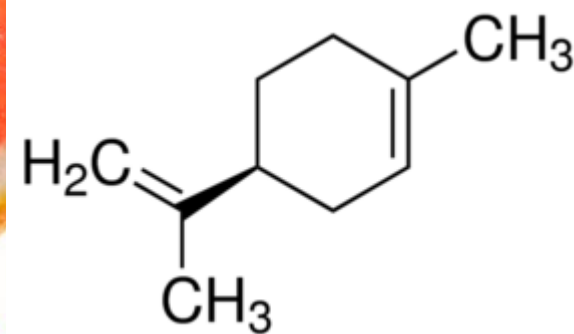
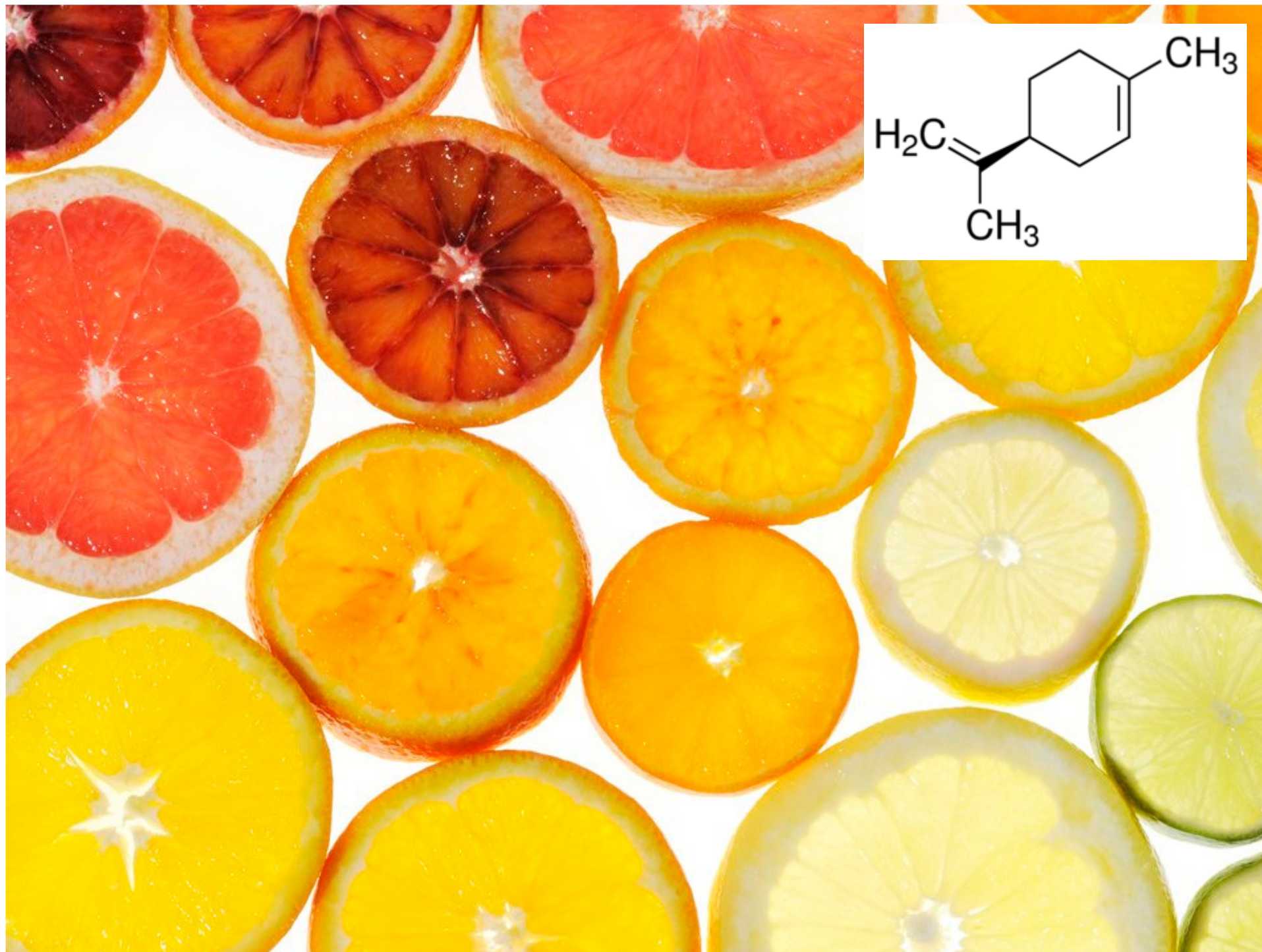
5. Outros

- Glicosídeos cianogênicos
- betalaínas



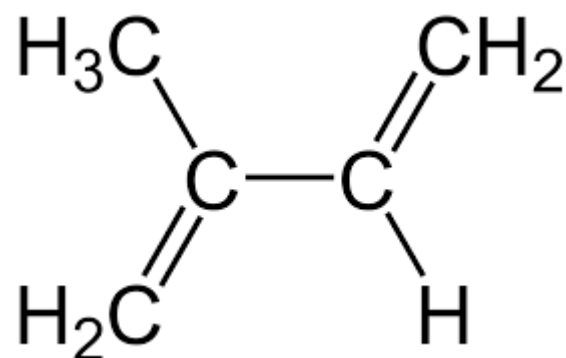
Como o metabolismo 2^{ário} se associa com o 1^{ário}?



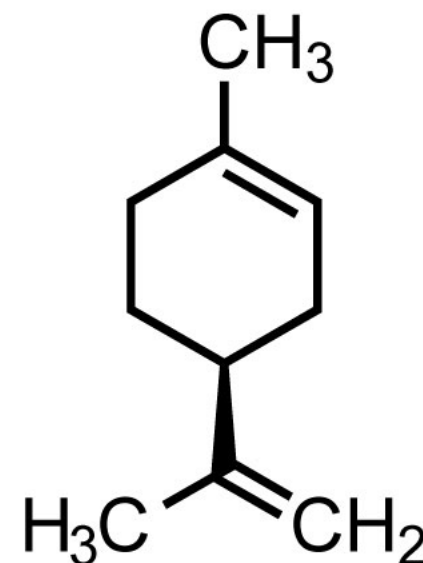


Terpenóides ou isoprenóides

- São compostos geralmente hidrofóbicos formados a partir de unidades de 5C, os isoprenos

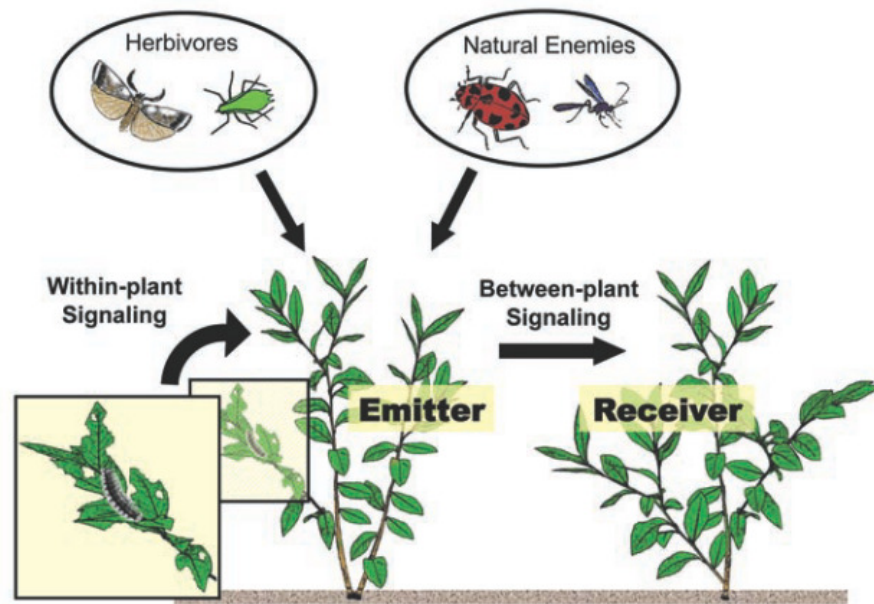


- Muitos dos compostos menores são voláteis
- Hemiterpenos (1 isopreno),
monoterpenos (2 isoprenos),
sesquiterpenoides (3 isoprenos), etc.
- Entre os compstos maiores, temos carotenóides, látex e fitol

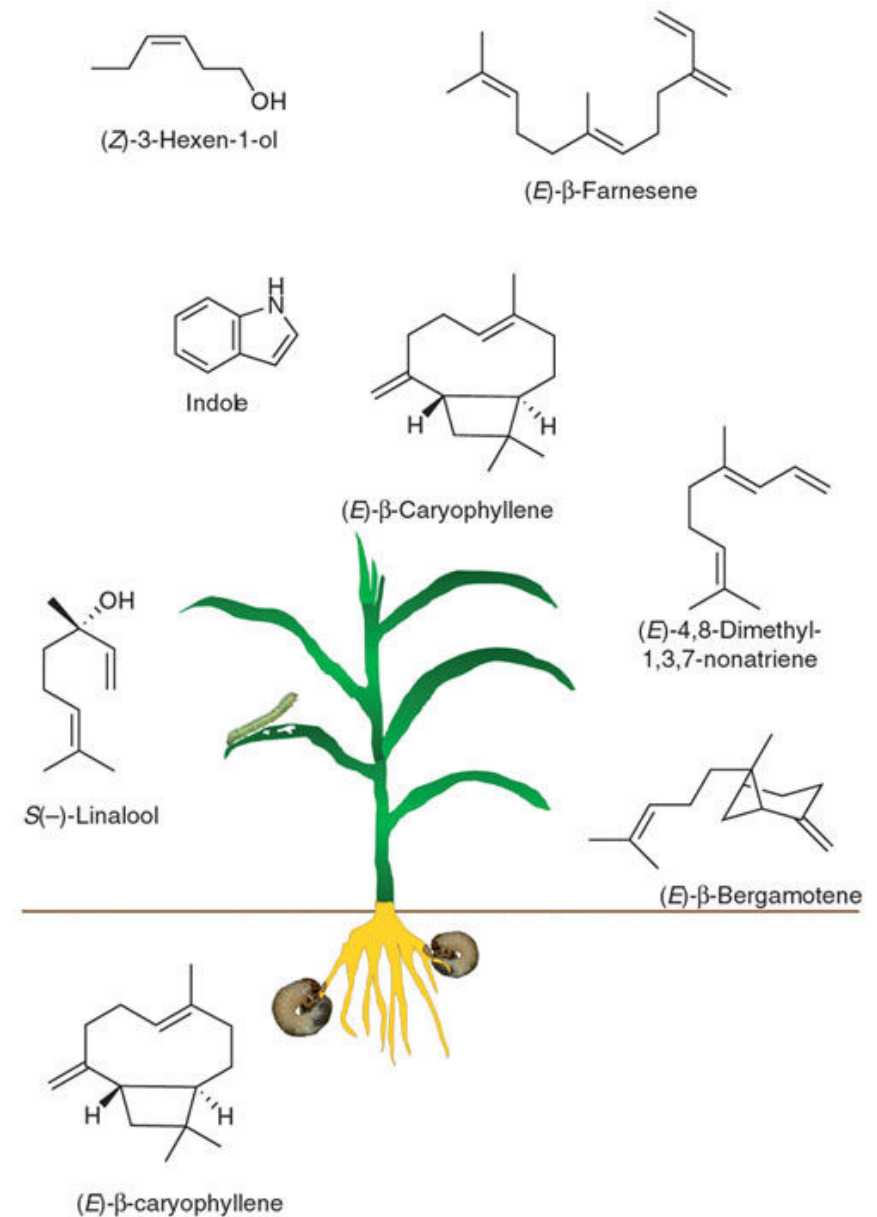


(S)-(-)-Limonene

Terpenóides ou isoprenóides

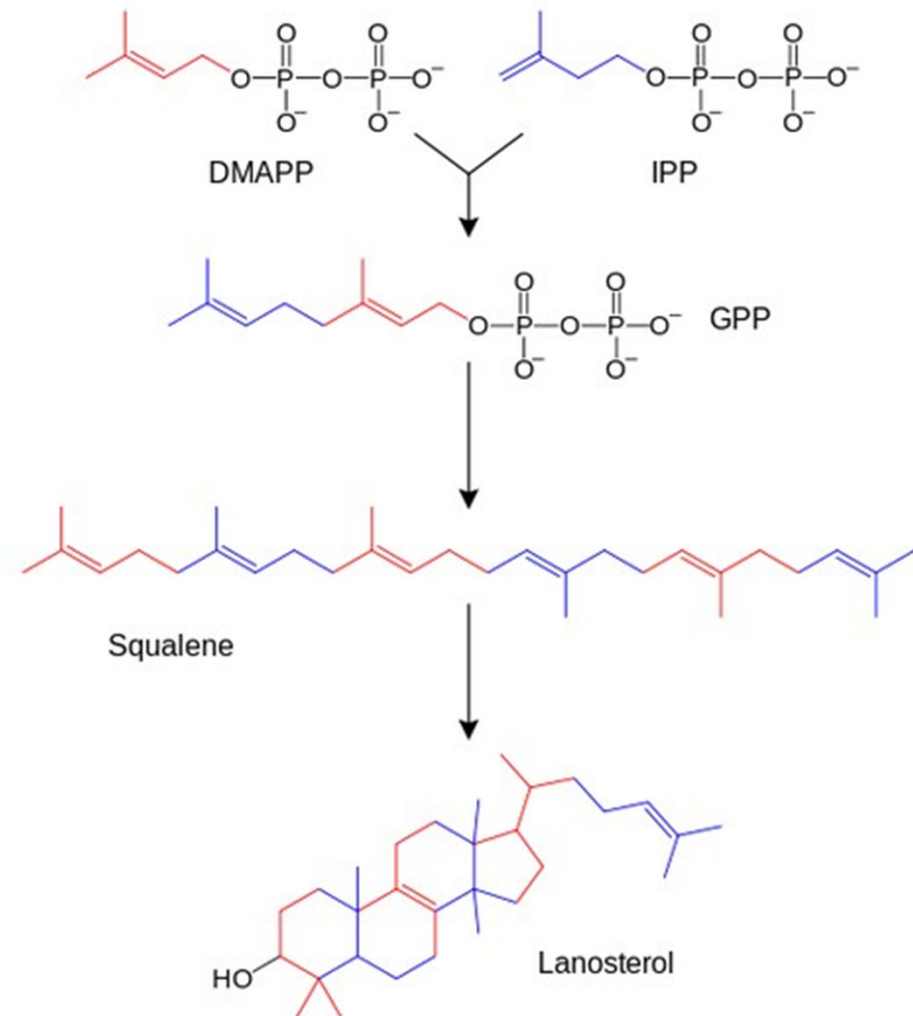


- Plantas liberam voláteis para sinalizar predadores de herbívoros que estão sendo atacadas

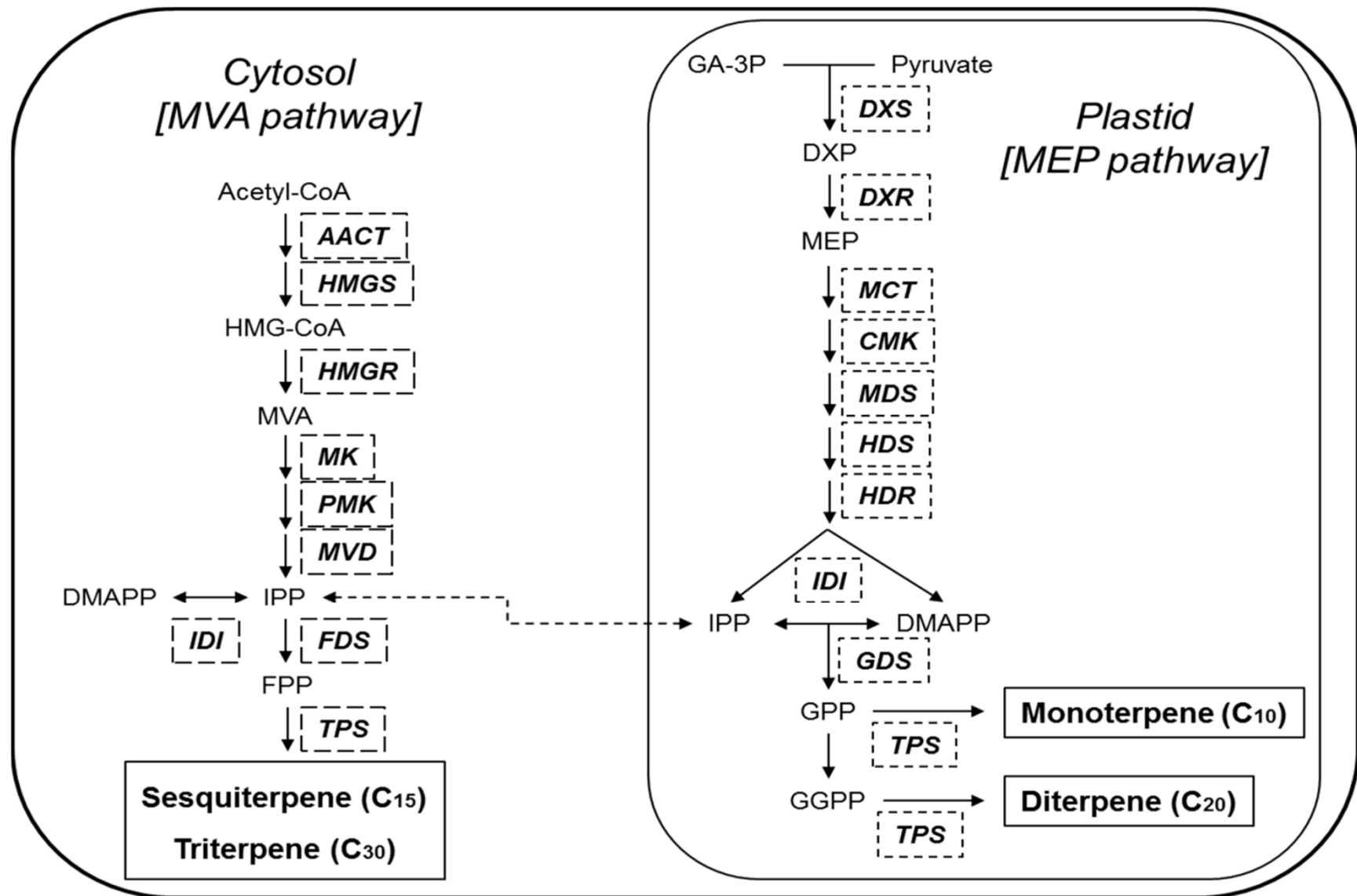


Biossíntese de terpenóides

- A síntese de terpenóides se dá por duas vias distintas que formam DMAP ou IPP:
 - Via do melavonato
 - Via do MEP/DOXP
- As subunidades de DMAP ou IPP são condensadas sequencialmente para formar moléculas cada vez maiores

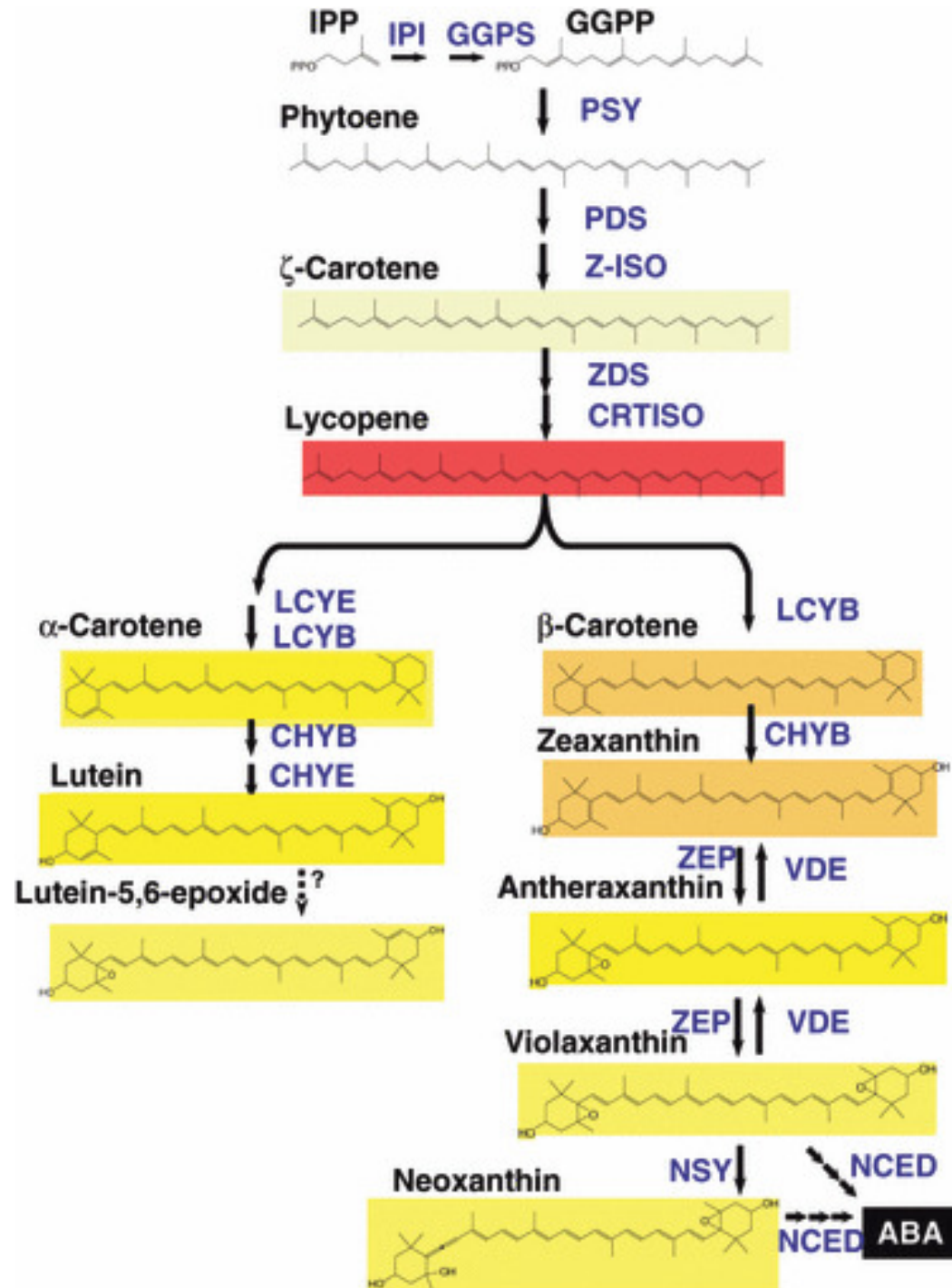


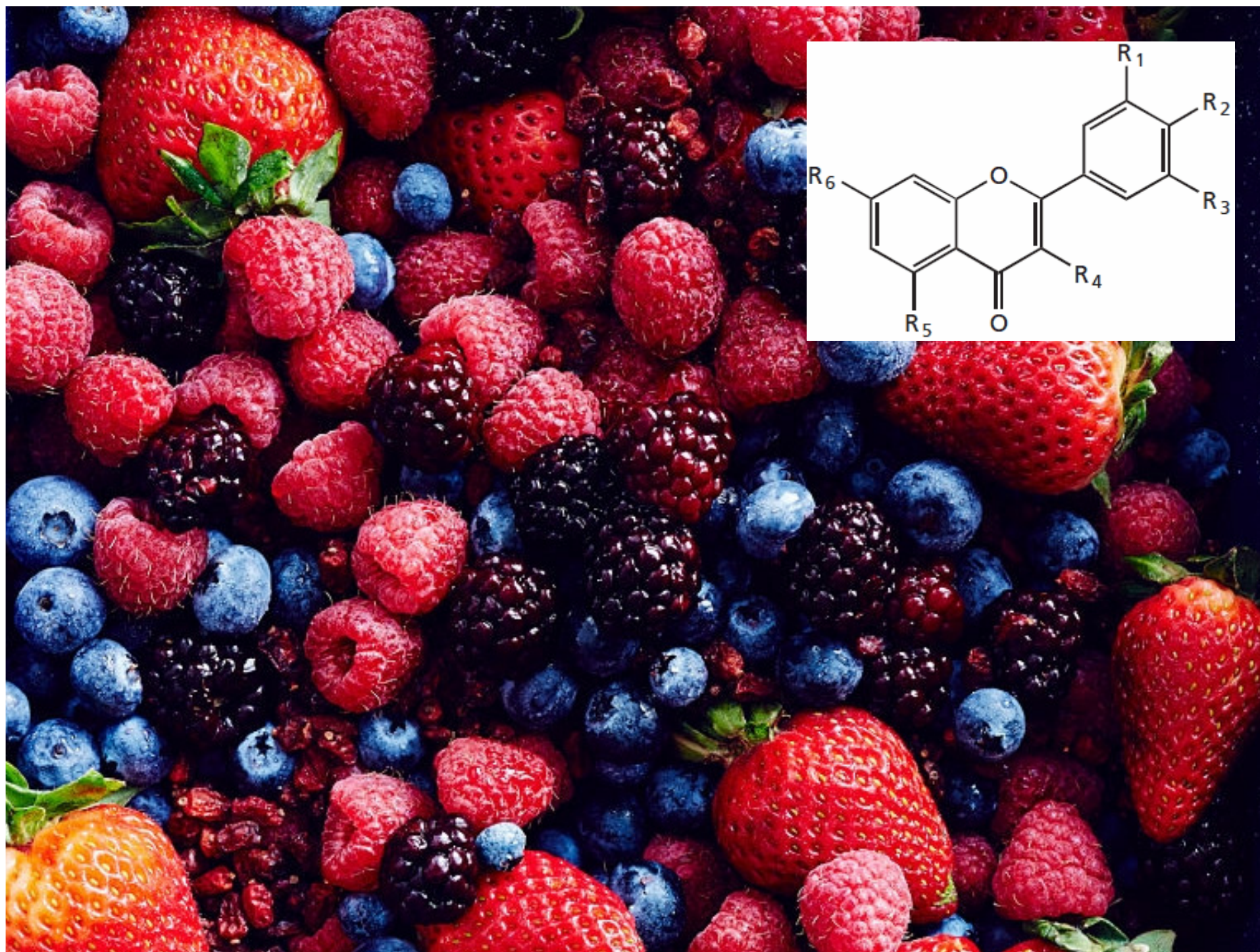
Via do mevalonato e via MEP

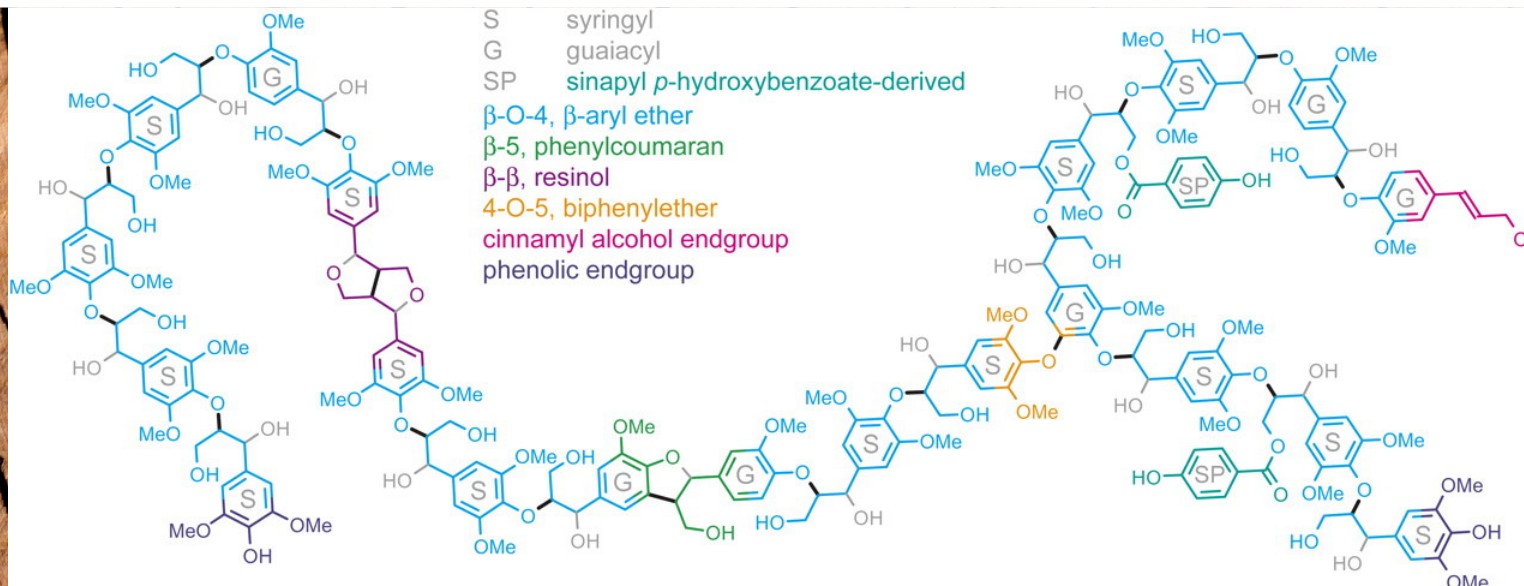


Carotenóides

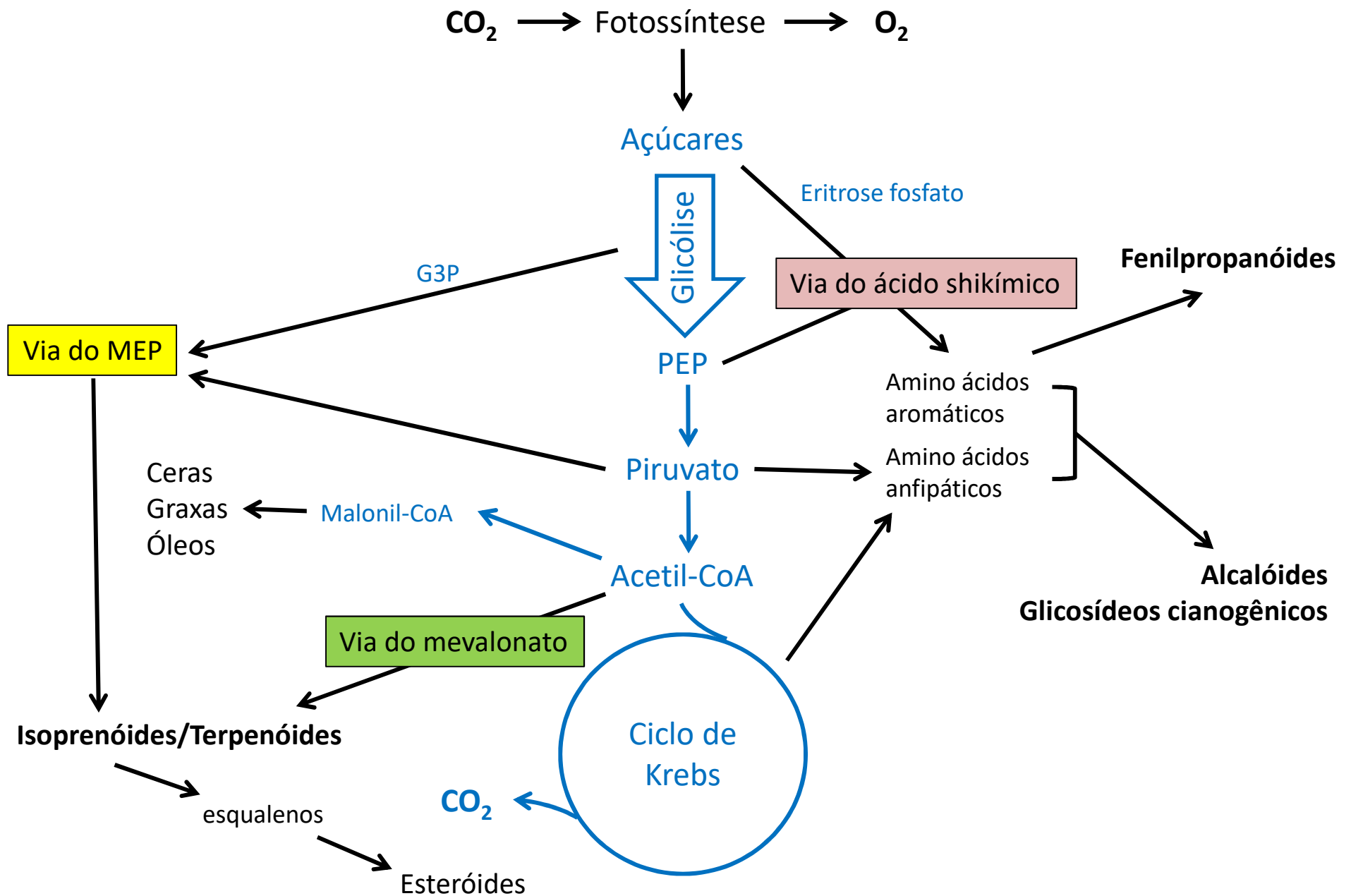
- São compostos C40, de cor amarelada ou avermelhada
- Atuam como fotoprotetores ou como pigmentos
- São precursores de ABA





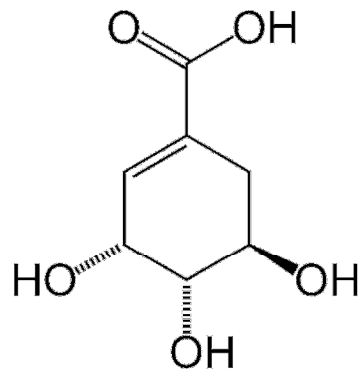


Como o metabolismo 2^{ário} se associa com o 1^{ário}?



Fenilpropanóides

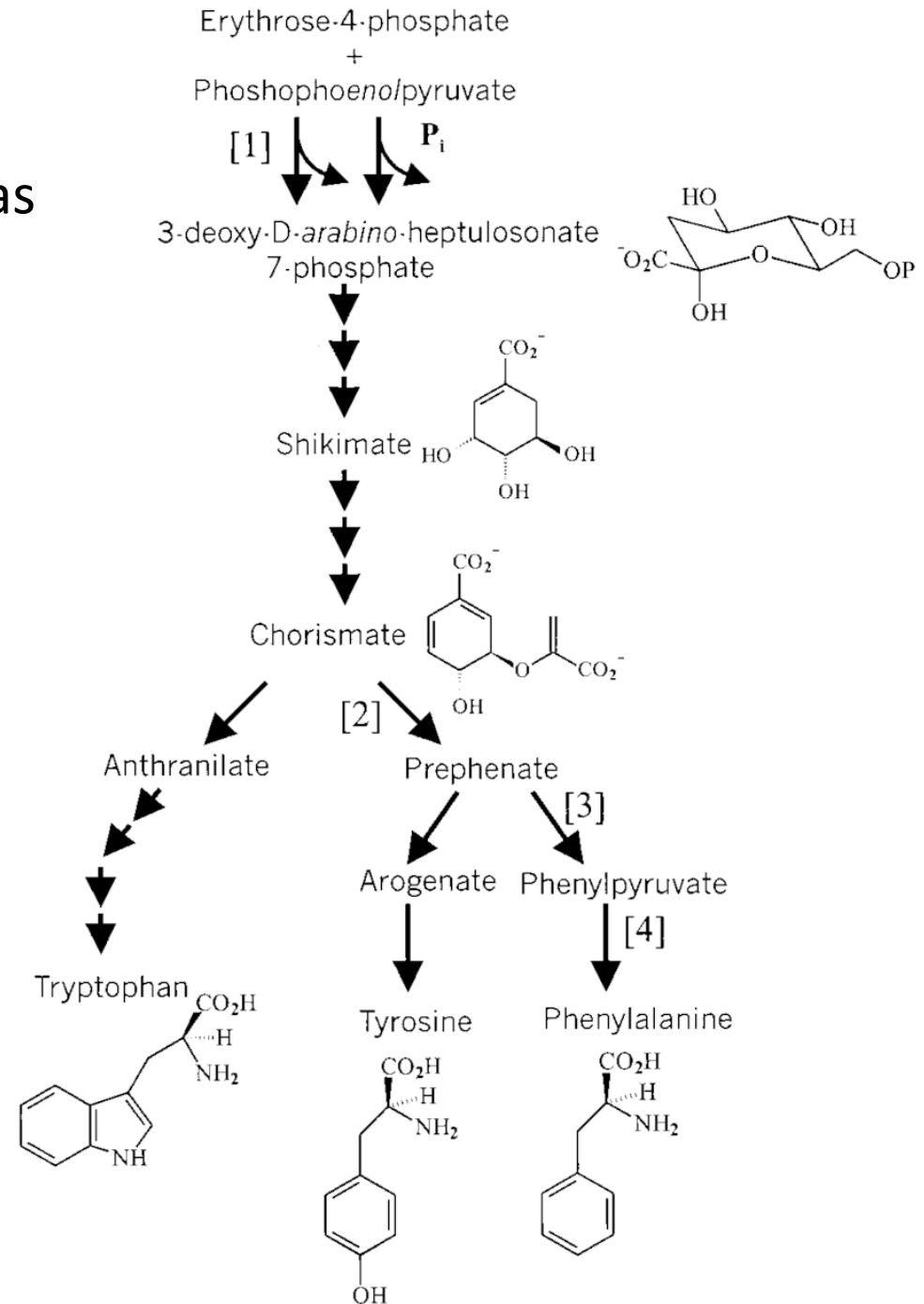
- São sintetizados a partir do amino ácidos aromáticos (fenilalanina e tirosina), formados a partir da via do ácido shikímico



- Servem como defesa contra patógenos e herbívoros, como pigmentos e odores, como proteção contra UV e como polímeros estruturais
- Inclui isoflavonas, flavonas, taninos, ligninas, flavonóides e antocianinas

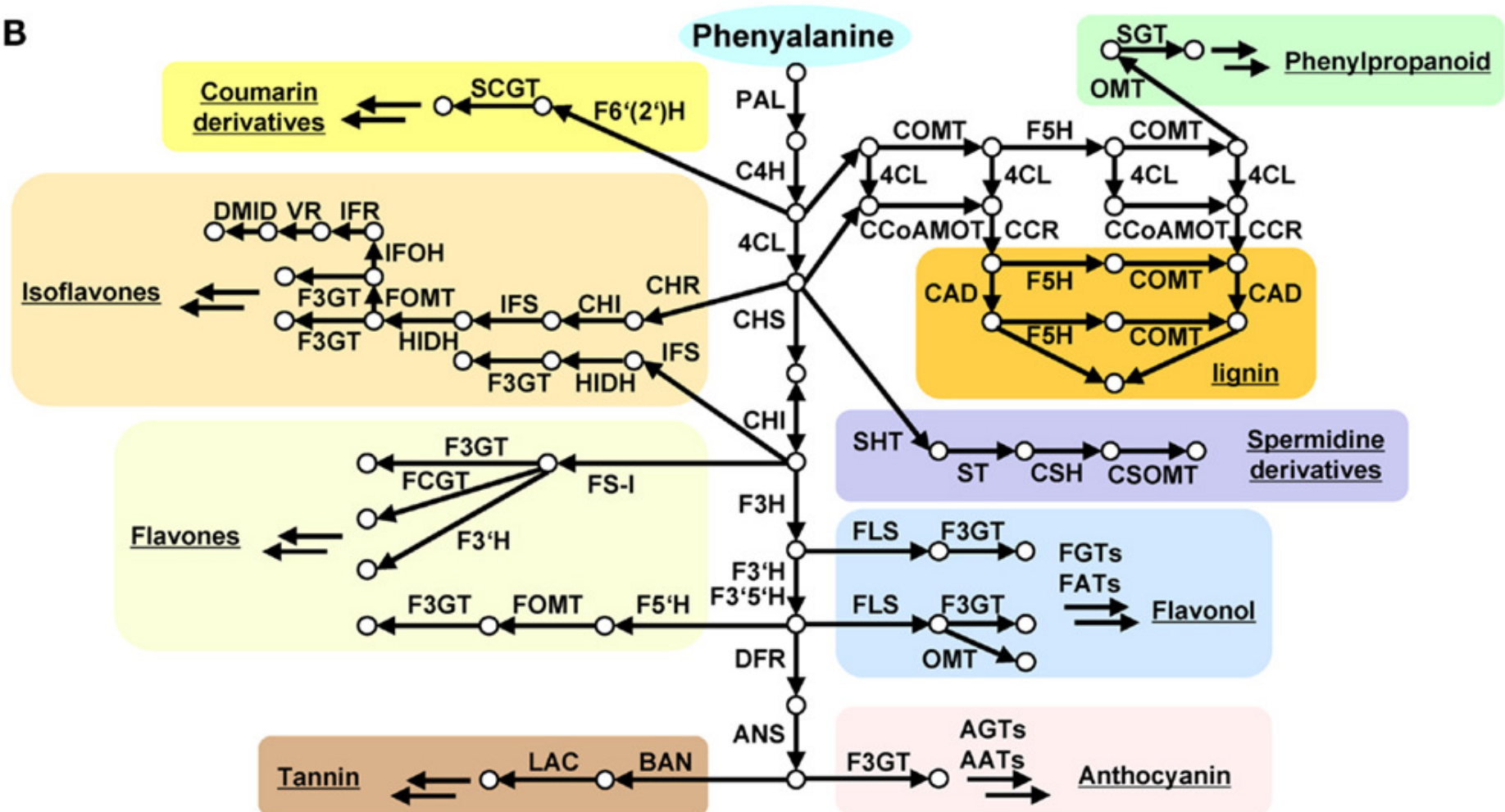
A via do ácido shikímico

- Começa com eritrose 4P (via das pentoses) e fosfoenolpiruvato (glicólise)
- Forma anéis aromáticos que serão incorporados em aminoácidos
- Ausente em animais



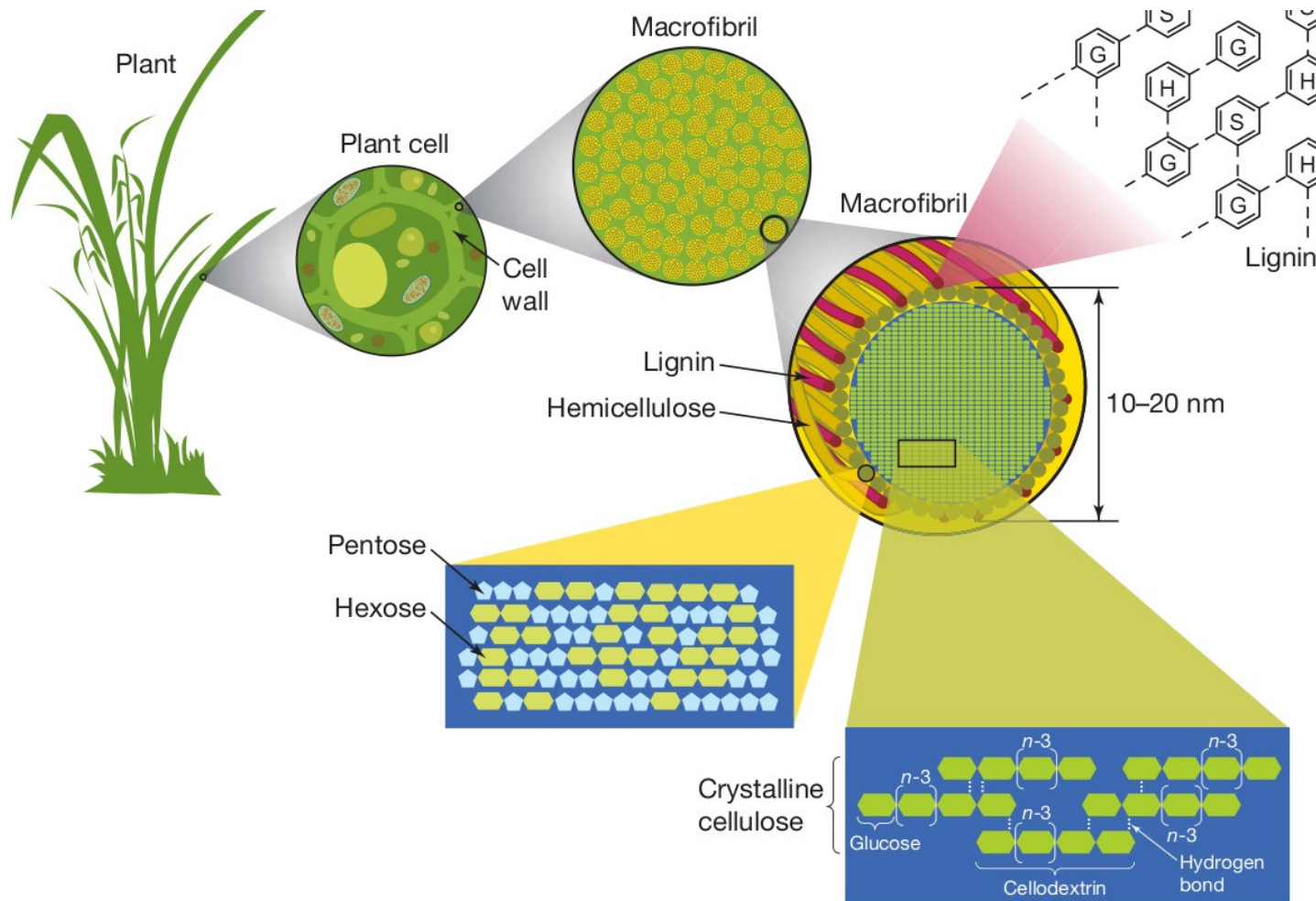
Biossíntese de fenilpropanóis

B



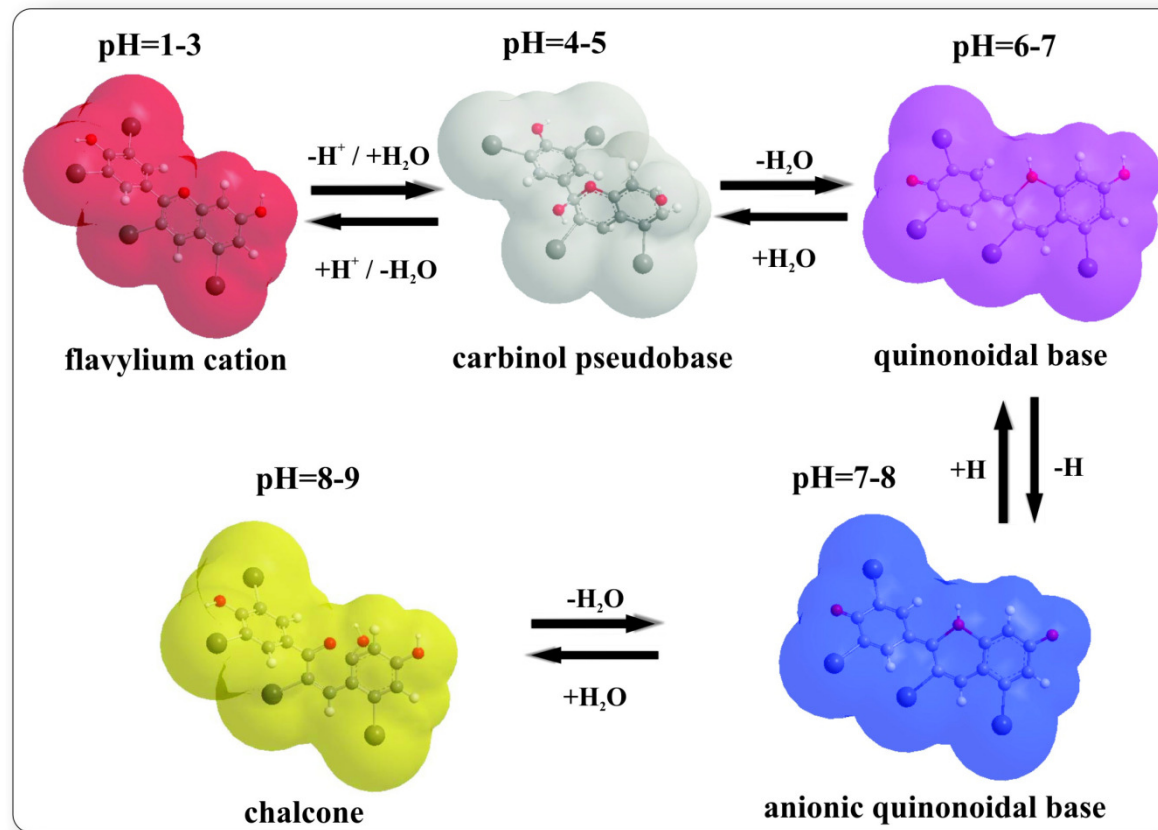
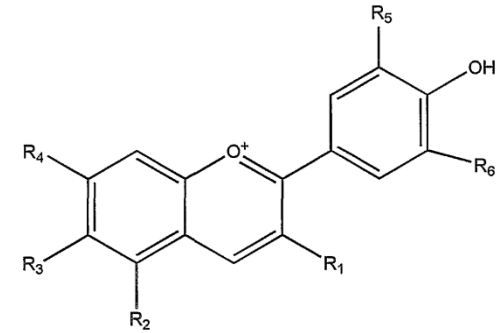
Lignina – Parede celular

- A parede celular primária é formada por polímeros de açúcares (celulose, hemicelulose, pectina, etc.)
- A parede celular pode ser reforçada por polímeros de compostos fenólicos (lignina) o que a torna mais impermeável à água



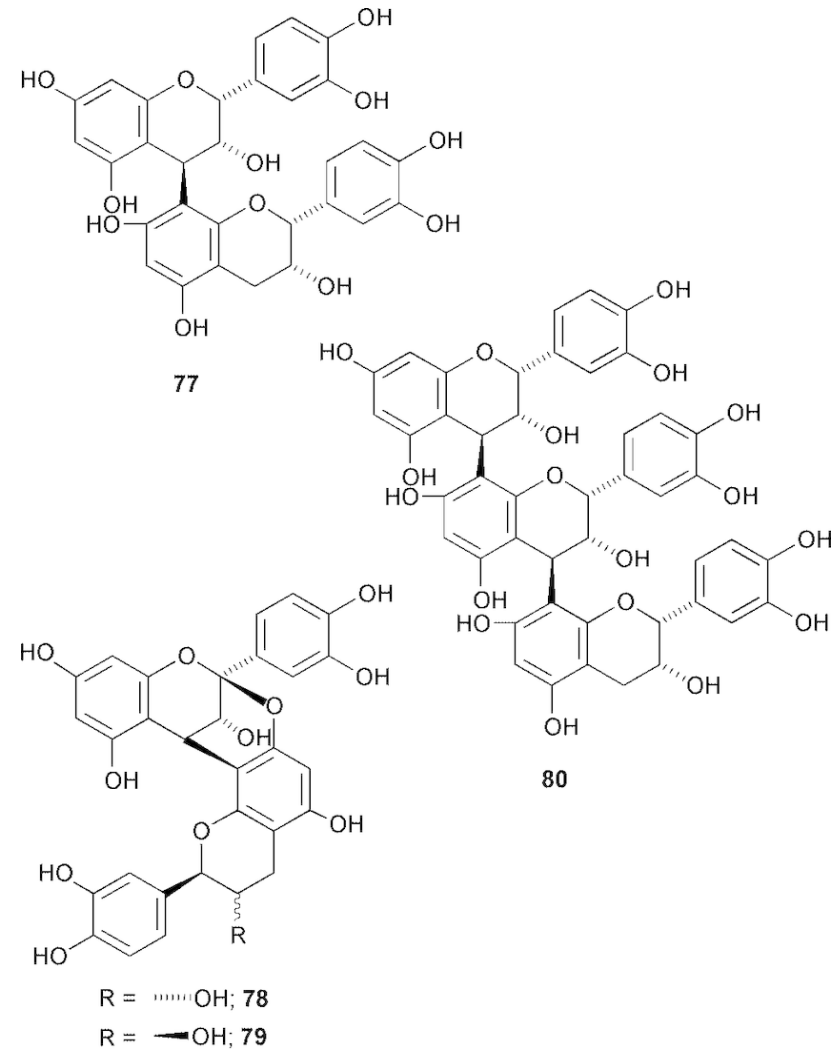
Antocianinas

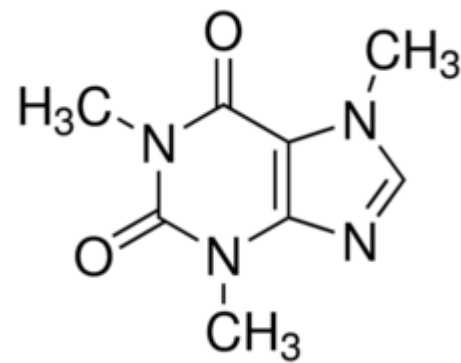
- Principal responsável por dar cor avermelhada às plantas
- A cor é dependente do pH
- Tem alto poder anti-oxidante



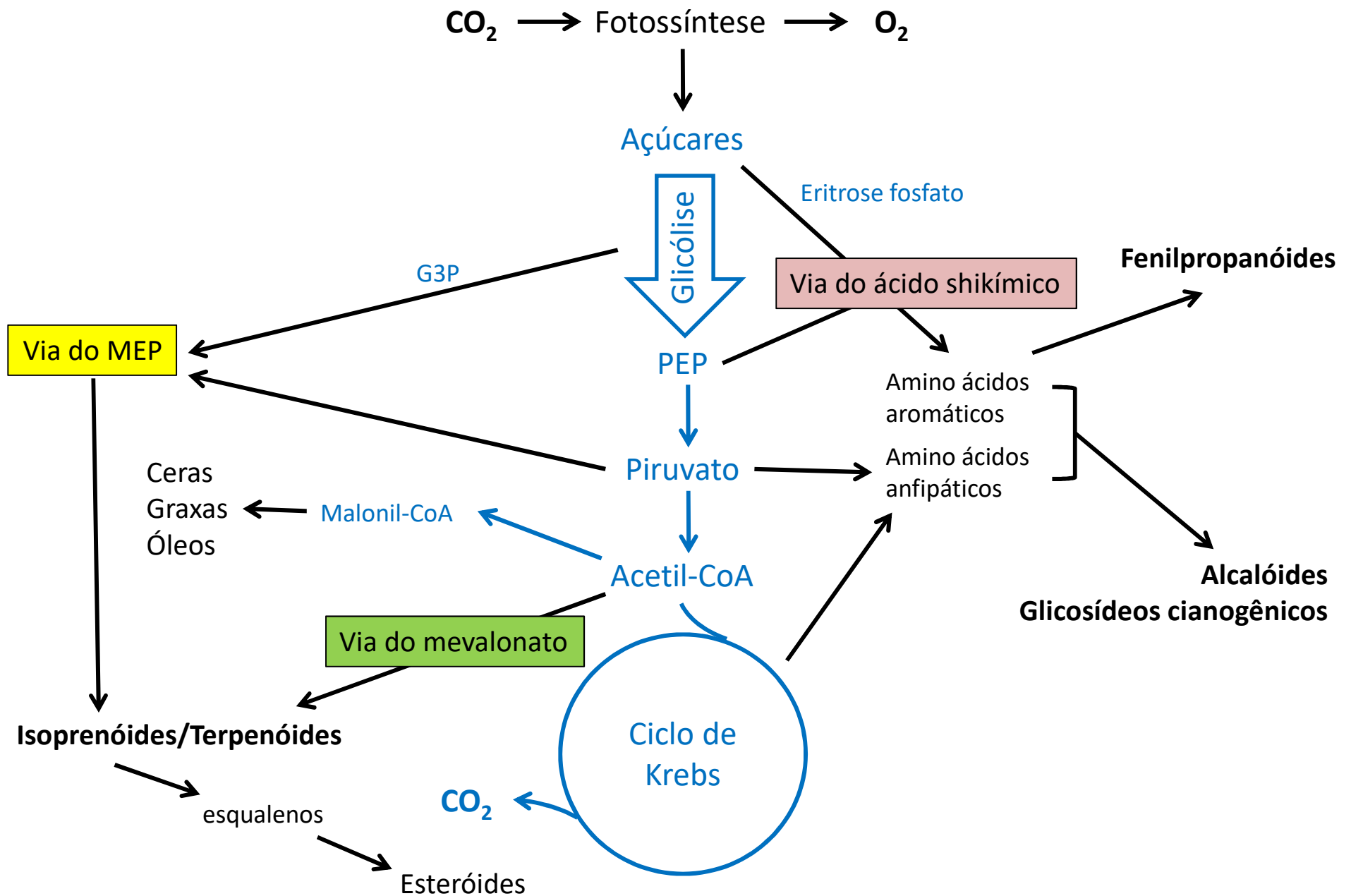
Tanins

- Redutores de digestibilidade da planta pois precipitam proteínas -> frutos imaturos



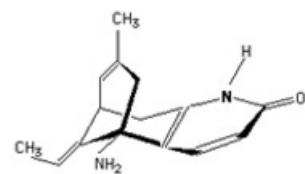


Como o metabolismo 2^{ário} se associa com o 1^{ário}?

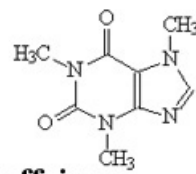


Alcalóides

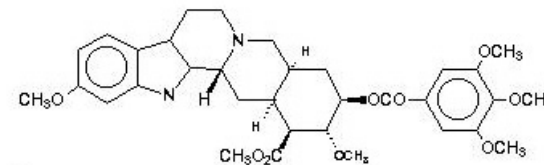
- Compostos nitrogenados com anéis heterocíclicos
- Incluem diversos compostos que atuam no Sistema Nervoso Central (cafeína, cocaína, morfina, nicotina, etc.)
- Atuam como defesa nas plantas



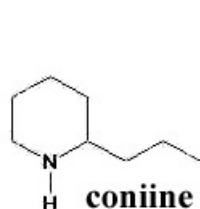
huperzine A
Chinese herbal medicine
nootropic



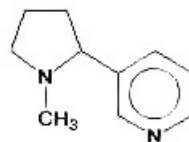
caffeine
Coffea arabica
study



reserpine
Indian herbal medicine
antipsychotic



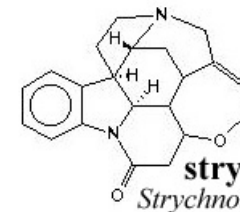
coniine
hemlock
ants, Socrates



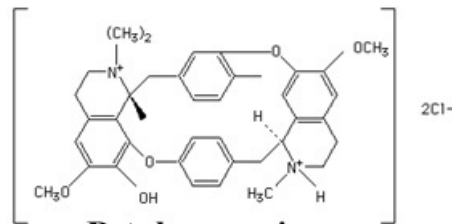
nicotine
tobacco
Black Leaf 40
insecticide



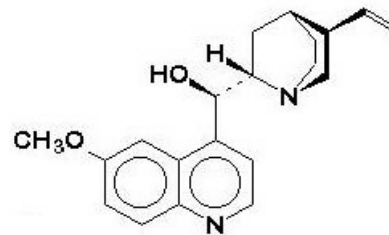
vinblastine
Madagascar periwinkle
antileukemic



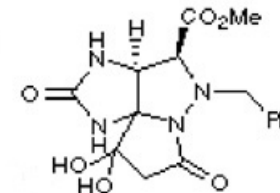
strychnine
Strychnos nux-vomica
rodenticide



D-tubocurarine
arrow poison, muscle relaxant for surgery



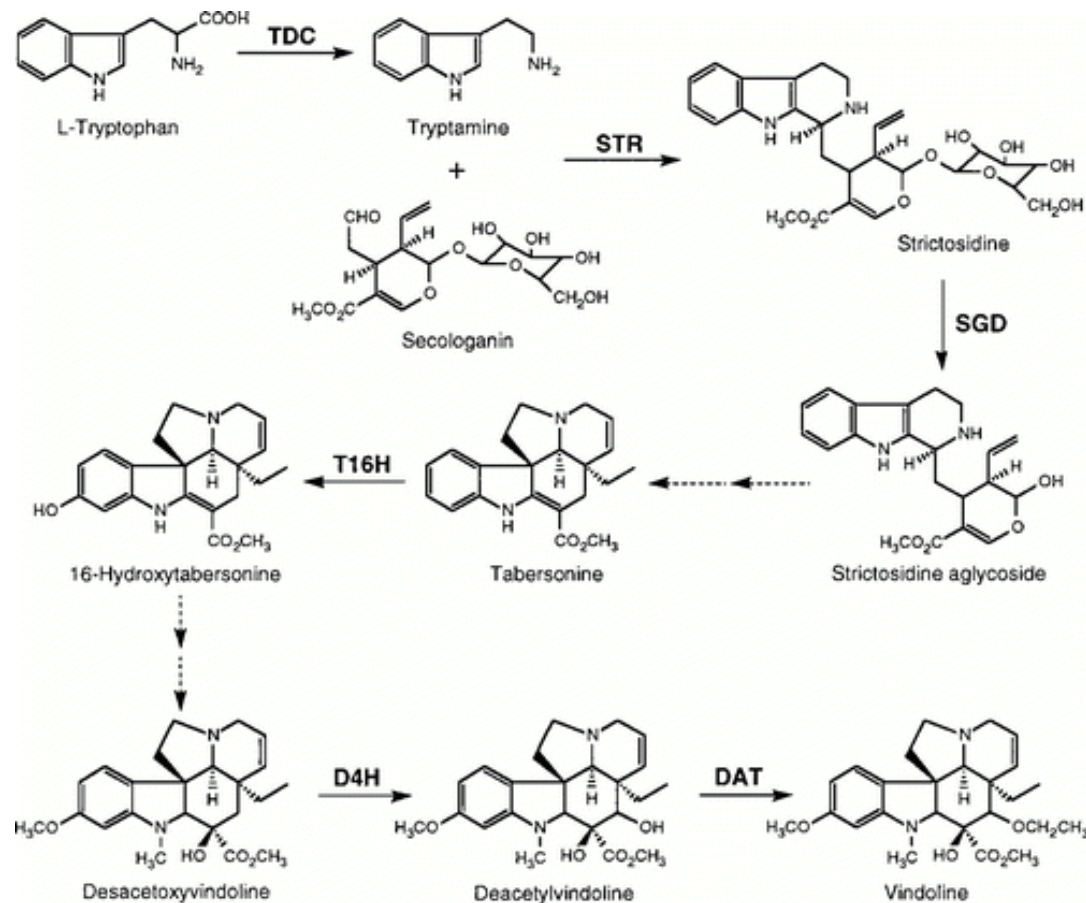
quinine
Cinchona tree, antimalarial



saxitoxin
deadly algal toxin
chemical warfare agent
CIA suicide pill

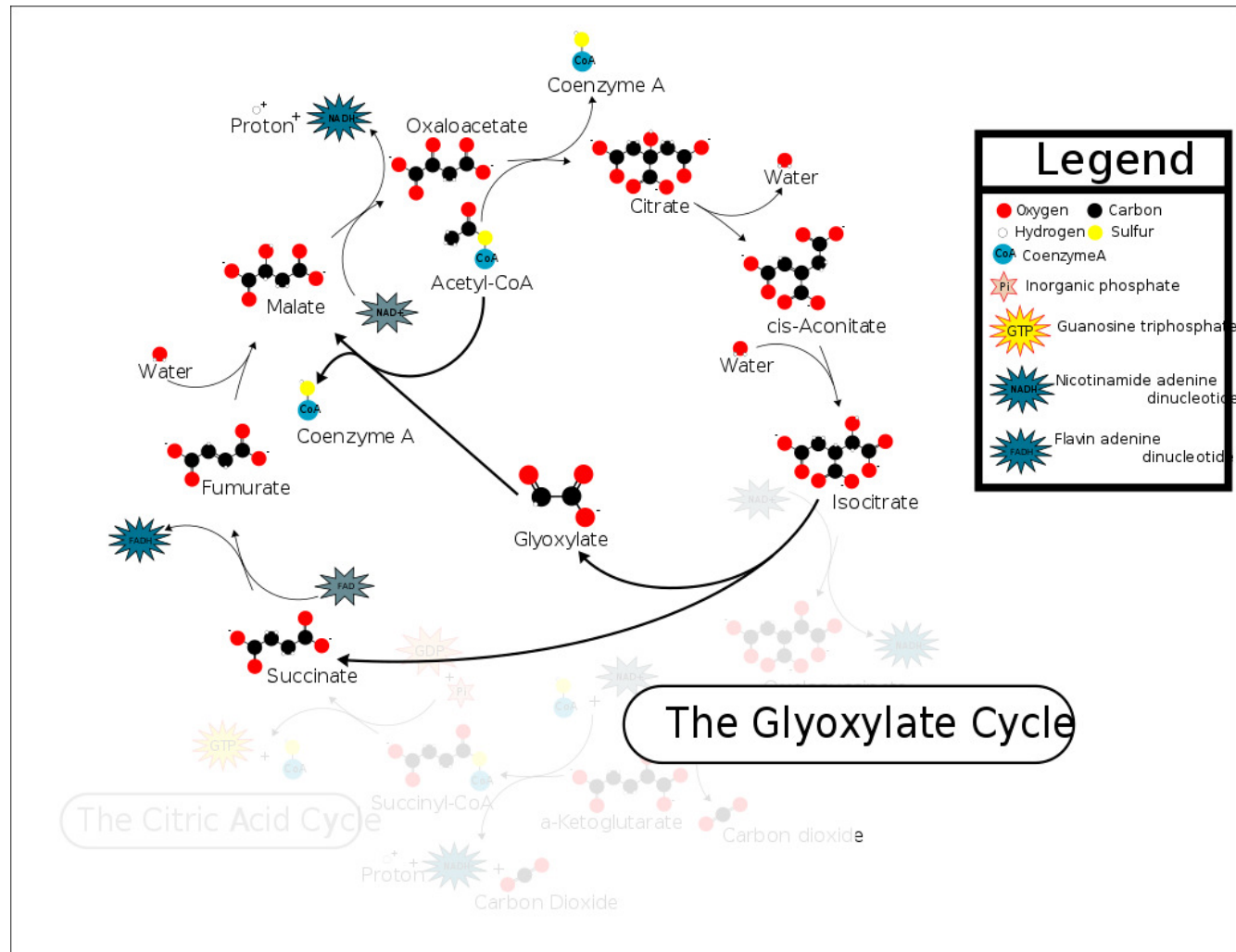
Biossíntese de alcalóides é complexa

- Os mecanismos de síntese de alcalóides são bastante variados e podem incluir diversas organelas
- Por serem compostos nitrogenados, geralmente vêm de amino ácidos ou derivados de amino ácidos



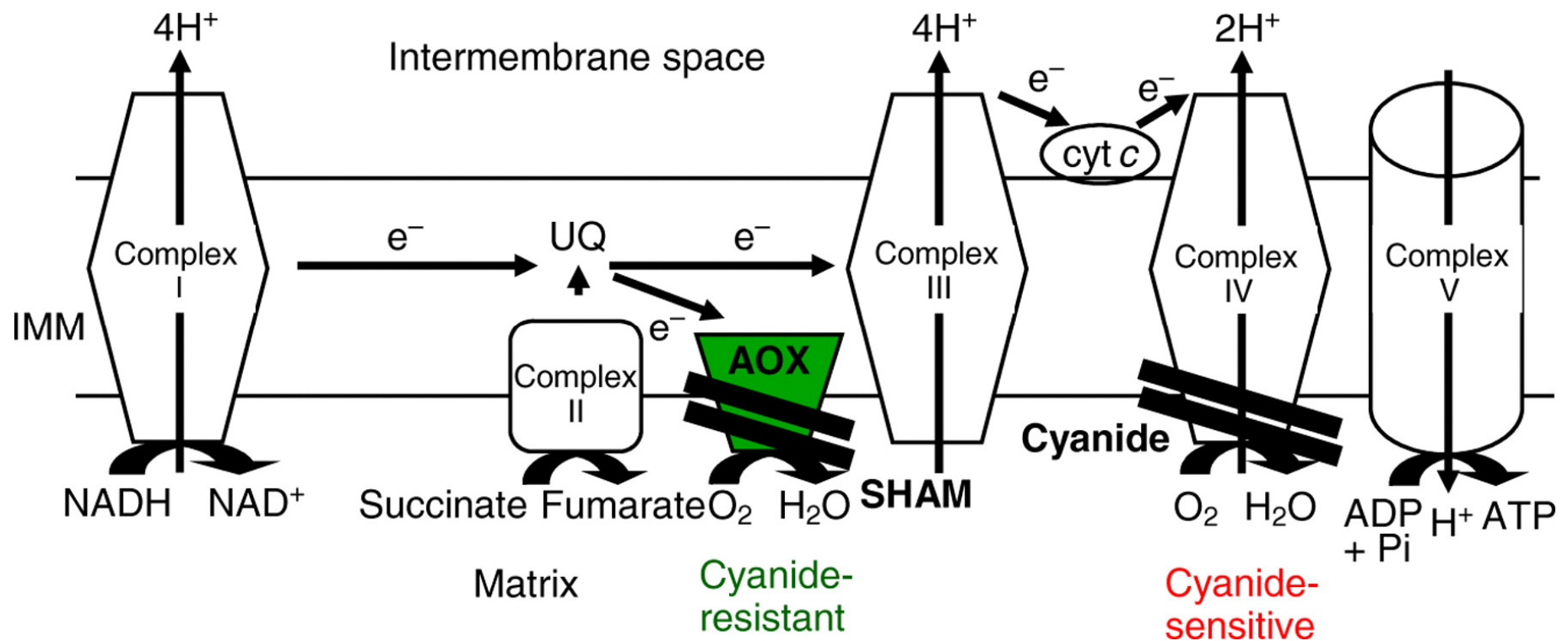
Outras vias encontradas em plantas

- Ciclo do Glioxilato – modificação do Ciclo de Krebs que permite o uso do Acetil CoA para fazer glicose



Outras vias encontradas em plantas

- Alternative Oxidase – AOX
- Via alternativa de transporte de elétrons na mitocôndria -> cianureto não é tóxico para plantas



Exercício

Escolha um metabólito secundário de plantas que tenha ação em seres humanos. Determine sua classe e sua via de biossíntese. Determine seu modo de ação nos humanos e sua provável função para a planta.