

FISIOLOGIA VEGETAL

2013-2014

Ricardo Boavida Ferreira

Aula T-14, T-15, T-16, T-17, T-18 e T-19

Cap. II - METABOLISMO DO CARBONO

Fixação do dióxido de carbono e metabolismo fotossintético

Aula T-17 **Fotorrespiração**

• "Respiração às escuras" :

É inibida pelo cianeto

Atinge o máximo para $[O_2] = 2\%$

É normalmente inibida à luz

• Fotorrespiração, via do glicolato, biossíntese e metabolismo do glicolato, via em C_2 ou ciclo fotorrespiratório de oxidação do carbono :

Não é sensível aos inibidores típicos da respiração mitocondrial

Ocorre apenas à luz

A sua taxa aumenta com o aumento de $[O_2]$ de 0 a 100%

As 5 fases da Fotorrespiração :

- Síntese do glicolato (Cloroplasto)
- Conversão do glicolato a glicina (Peroxisoma)
- Conversão da glicina a serina (Mitocondrio)
- via do glicerato (Peroxisoma) e cloroplasto)
- ciclo de Calvin (cloroplasto)

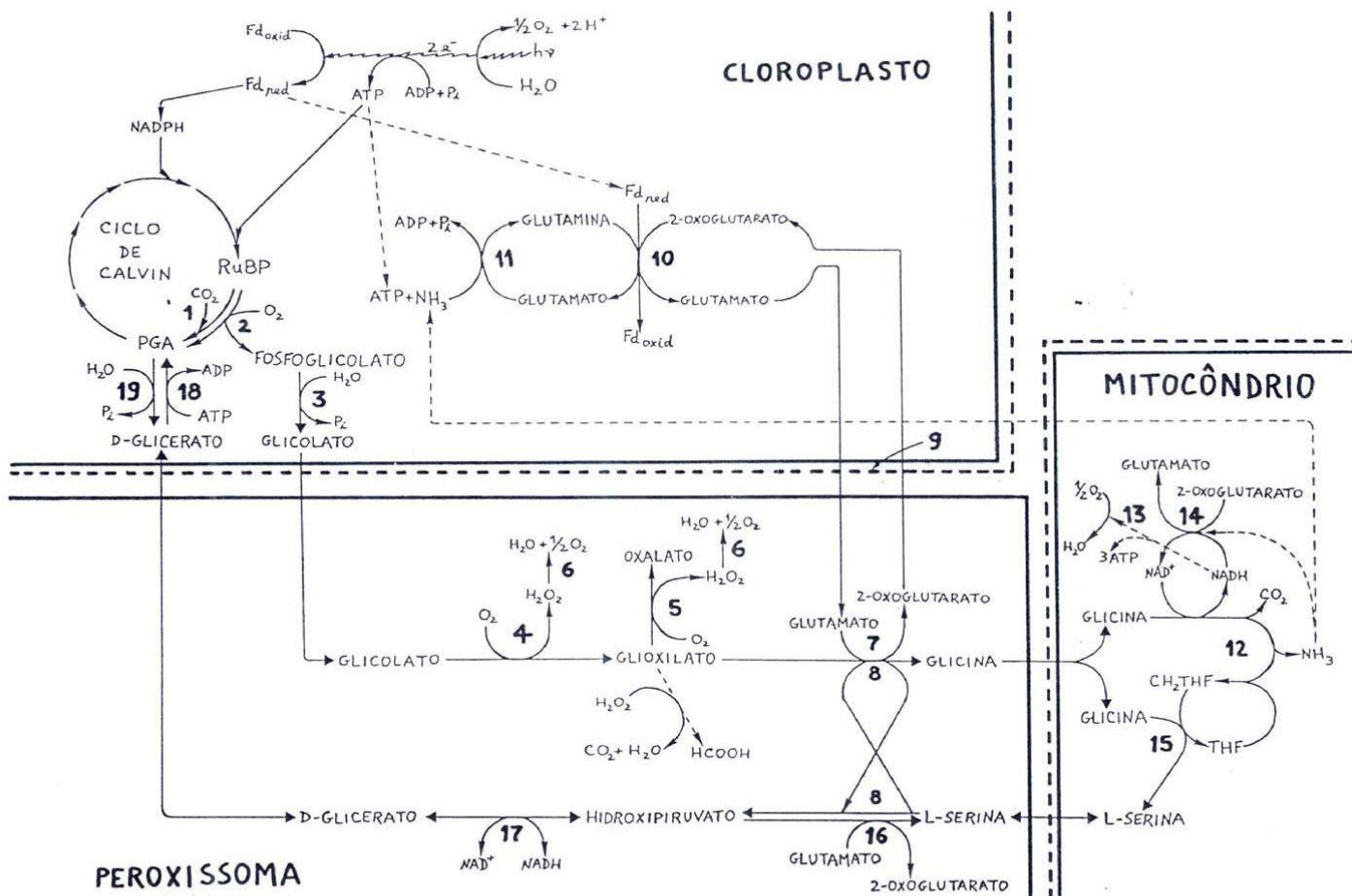
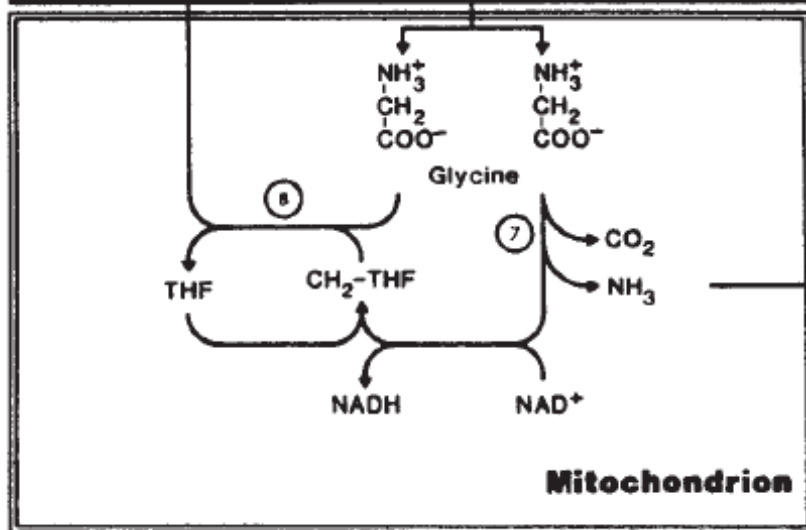
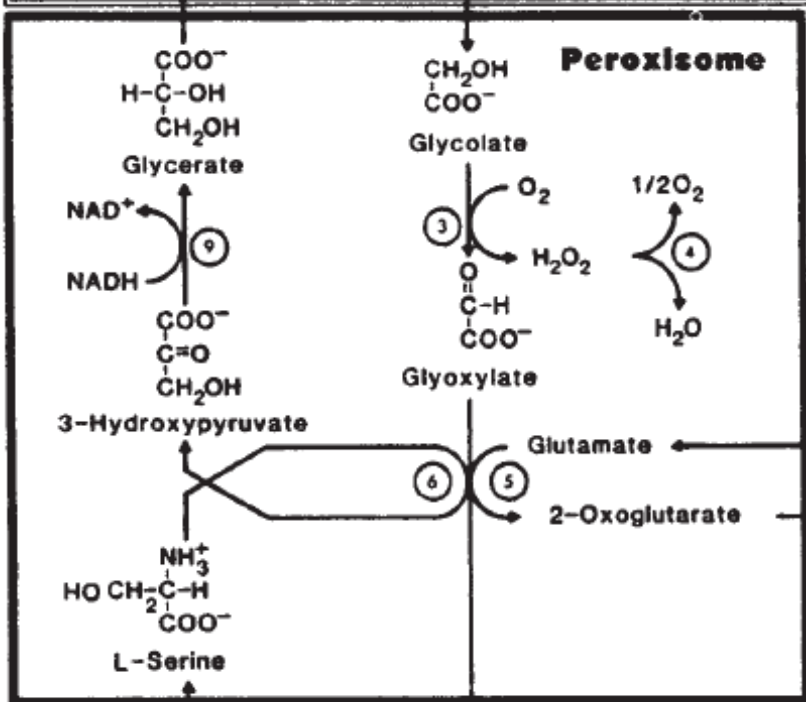
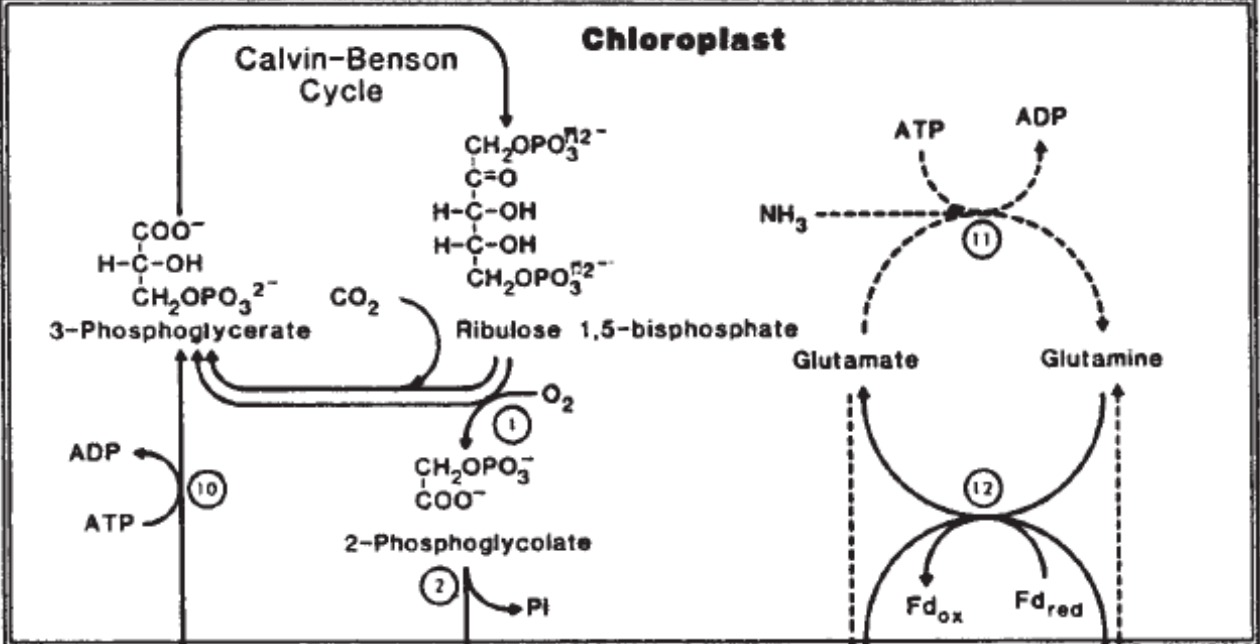
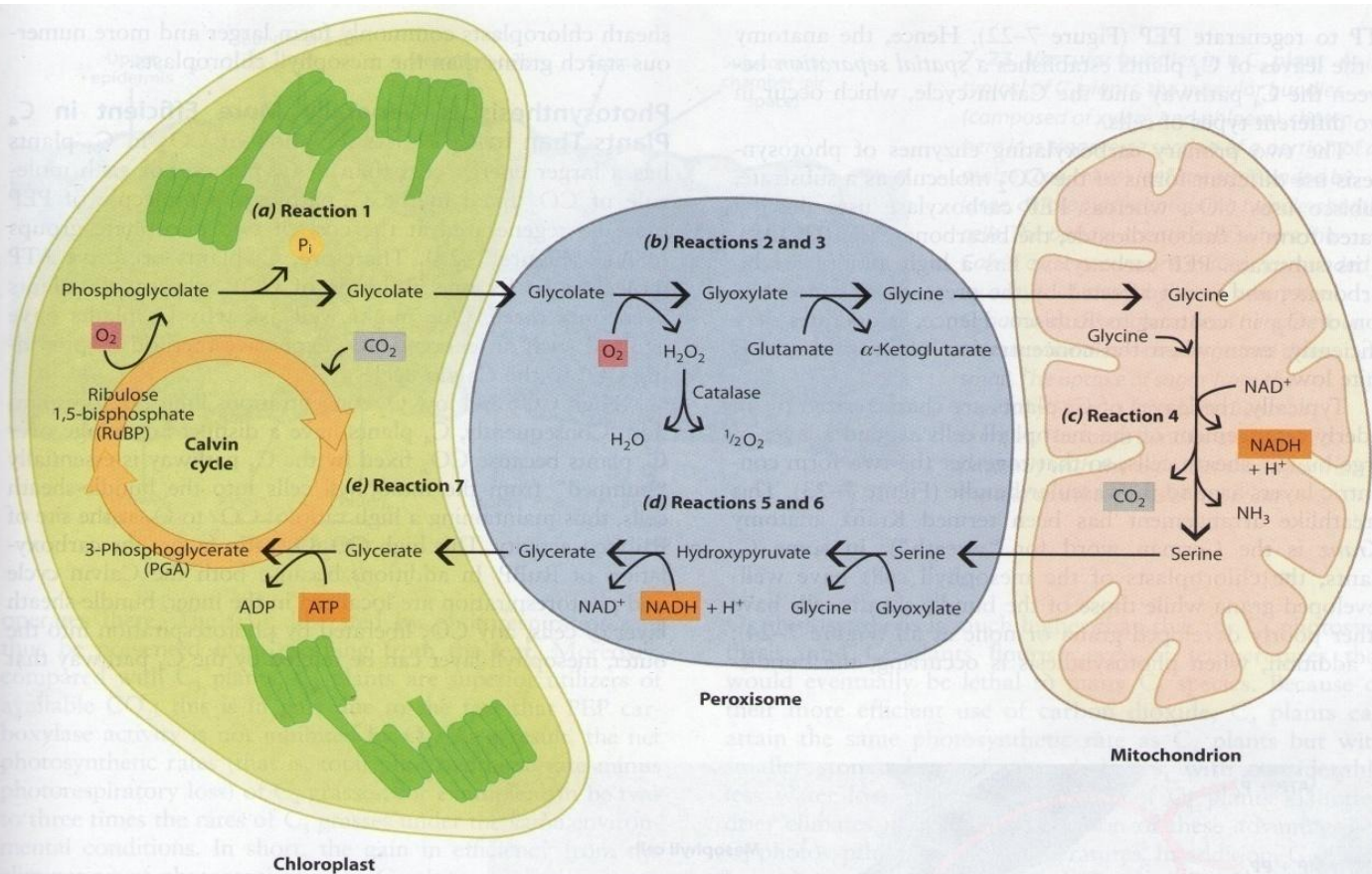


Fig.IV.1 - Ciclo fotossintético de oxidação do carbono. Enzimas: (1) Actividade carboxilásica da RuBPCase; (2) Actividade oxigenásica da RuBPCase; (3) Fosfoglicolato fosfatase (EC.3.1.3.18); (4 e 5) Glicolato oxidase (EC.1.1.3.1); (6) Catalase (EC.1.11.1.6); (7) Glicina aminotransferase ou glutamato-glioxilato aminotransferase (EC.2.6.1.4); (8) Serina-glioxilato aminotransferase (EC.2.6.1.45); (9) Transportador de ácidos dicarboxílicos do cloroplasto; (10) Glutamato sintase (EC.1.4.7.1); (11) Glutamina sintetase (EC.6.3.1.2); (12) Complexo enzimático responsável por desaminação e descarboxilação; (13) Cadeia de transporte de electrões do mitocôndrio; (14) Glutamato desidrogenase (EC.1.4.1.2); (15) Serina hidroximetil transferase (EC.2.1.2.1); (16) aminotransferase(s) para a conversão hidroxipiruvato $\rightarrow$ serina; (17) NADH - hidroxipiruvato redutase (EC.1.1.1.81) ou glicerato desidrogenase (EC.1.1.1.29); (18) Glicerato cinase (EC.2.7.1.31); (19) Fosfoglicerato fosfatase (EC.3.1.3.20).



The pathway of photorespiratory metabolism. Because of the two complementary routes of glycine metabolism in the mitochondrion, two molecules of 2-phosphoglycolate must enter the pathway for each molecule of serine, CO₂, and NH₃ produced. The encircled numbers correspond to the following enzymes: (1) D-ribulose biphosphate carboxylase/oxygenase, (2) phosphoglycolate phosphatase, (3) glycolate oxidase, (4) catalase, (5) glutamate:glyoxylate aminotransferase, (6) serine:glyoxylate aminotransferase, (7) glycine decarboxylase, (8) serine transhydroxymethylase, (9) hydroxypyruvate reductase, (10) glycerate kinase, (11) glutamine synthetase, and (12) glutamate synthase. THF, tetrahydrofolic acid; CH₂-THF, N⁵, N¹⁰-methylene tetrahydrofolic acid; Fd_{ox}, Fd_{red}, oxidized and reduced ferredoxin, respectively.



7-20 Salvage of phosphoglycolate Shown here is the pathway by which phosphoglycolate formed during photorespiration is salvaged by conversion into serine and thus to 3-phosphoglycerate (PGA), which is fed into the Calvin cycle. **(a)** Reaction 1: Phosphoglycolate is dephosphorylated in chloroplasts to form glycolate. **(b)** Reactions 2 and 3: In peroxisomes, the glycolate is oxidized to glyoxylate, which is then transaminated to glycine. **(c)** Reaction 4: In mitochondria, two glycine molecules condense to form serine and the CO_2 that is released during photorespiration. **(d)** Reactions 5 and 6: In

peroxisomes, the serine is transaminated to hydroxypyruvate, which is then reduced to glycerate. The glycerate then enters the chloroplasts. **(e)** Reaction 7: The glycerate is phosphorylated to PGA, which rejoins the Calvin cycle. Oxygen is consumed at two points in the photorespiratory pathway, once in the chloroplast (the oxygenase activity of Rubisco) and once in the peroxisome (oxidation of glycolate to glyoxylate). Carbon dioxide is released at one point in the mitochondrion (condensation of two glycine molecules to form one molecule of serine).

ESTEQUIOMETRIA DA UTILIZAÇÃO E REGENERAÇÃO DE 10 MOLÉCULAS DE RuBP

(Assumindo que na presença de concentrações atmosféricas normais de CO_2 e de O_2 , a 25°C , a razão carboxilação / oxigenação é de cerca de 4:1)

Na Presença de O_2 :



Na ausência de O_2 :



Algumas questões:

1 - Considere as reacções fotoquímicas da fotossíntese de uma planta.

- a) Qual a fonte de potencial redutor, a fonte de energia, os dois produtos principais e o principal subproduto deste processo?
- b) Identifique a molécula que liberta os electrões necessários ao funcionamento da cadeia de transporte de electrões (CTE).
- c) Na CTE do mitocôndrio, os electrões movem-se espontaneamente (isto é, com $\Delta G^0 < 0$) do NADH (um composto com um elevado potencial de transferência de electrões) até ao O_2 . Explique como é possível, na CTE do cloroplasto, os electrões moverem-se, também espontaneamente, até ao NADPH (um composto com um potencial de transferência de electrões idêntico ao do NADH).
- d) O principal subproduto identificado em a) vai conduzir à formação de um composto tóxico no estroma dos cloroplastos. Indique:
 - (i) Qual?
 - (ii) Como se forma?
 - (iii) O nome da via metabólica a que deu origem?
 - (iv) As duas funções principais dessa via metabólica?

2 - Considere uma planta de trigo e uma planta de milho numa tarde quente de um dia de Junho.

- a) Indique duas razões que expliquem a grande aceleração da taxa de funcionamento da fotorrespiração no trigo.
- b) Indique duas razões que expliquem porque a planta de milho não apresenta um nível significativo de fotorrespiração.