

Universidade de São Paulo (USP)
Escola de Engenharia de Lorena (EEL)
Engenharia Ambiental



Fotossíntese : Aspectos ambientais

Disciplina: Biologia Geral
Prof: Tatiane da Franca Silva

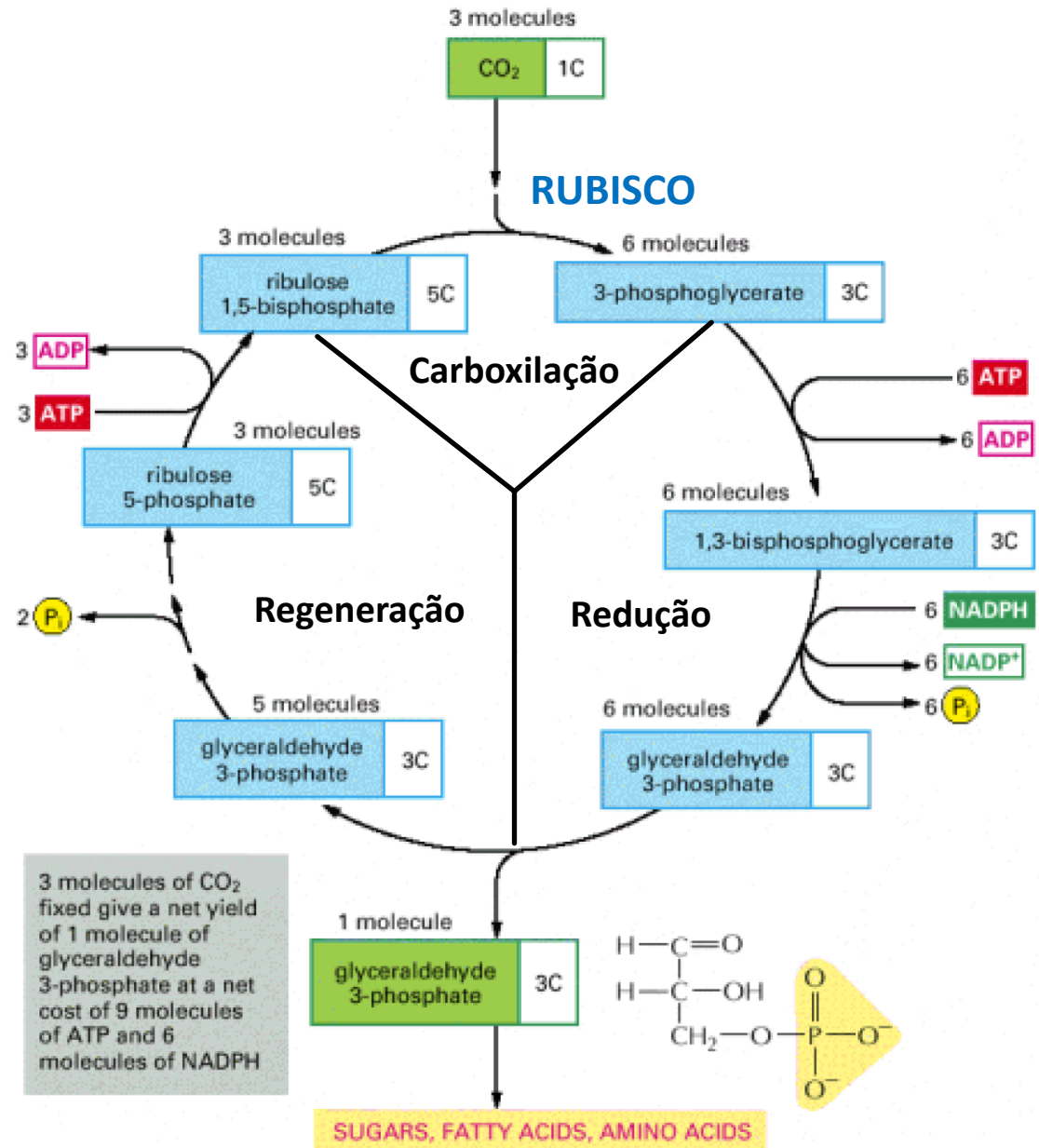
Reações de Fixação do CO₂

Ciclo de Calvin ou Ciclo C3

✓ 1 Molécula de Ribulose

Fixa 1 molécula de CO₂

✓ São necessárias 3 moléculas de CO₂ para produzir 1 gliceraldeído 3 fosfato



Enzima Rubisco

✓ Rubisco (Ribulose-Bisfosfato Carboxilase Oxigenase)

Oxigenase?

CO₂ e O₂ competem pelo sítio catalítico

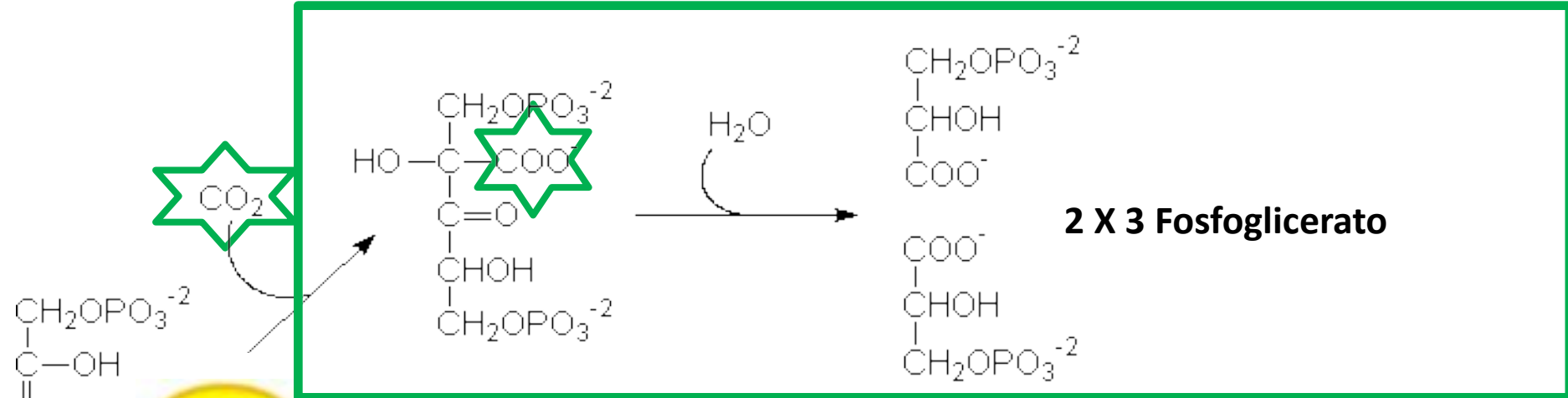
Quando a Rubisco utiliza O₂ no lugar de CO₂



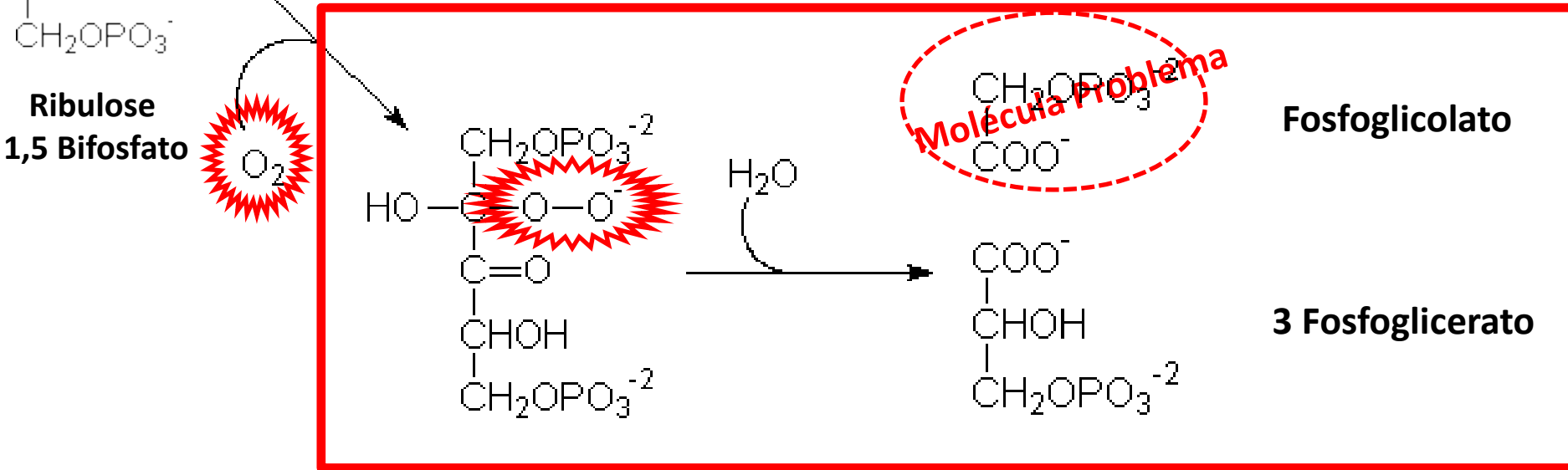
Fotorrespiração

Rubisco: Carboxilação X Oxigenação

Carboxilação



Oxigenação



Fotorrespiração e Fotossíntese

- ✓ Reações simultâneas e competidoras

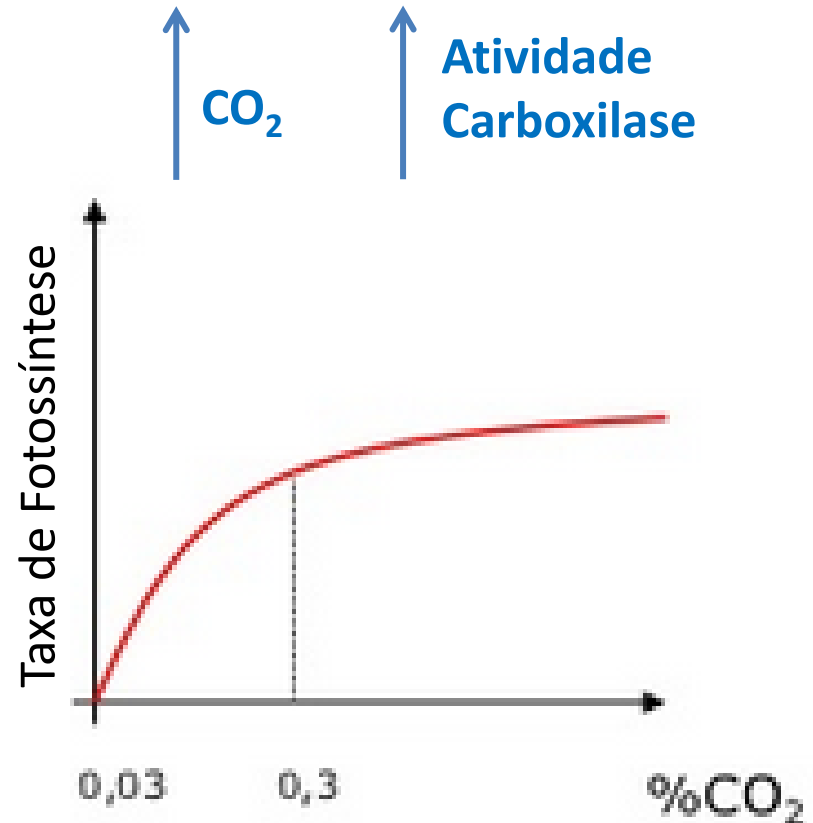
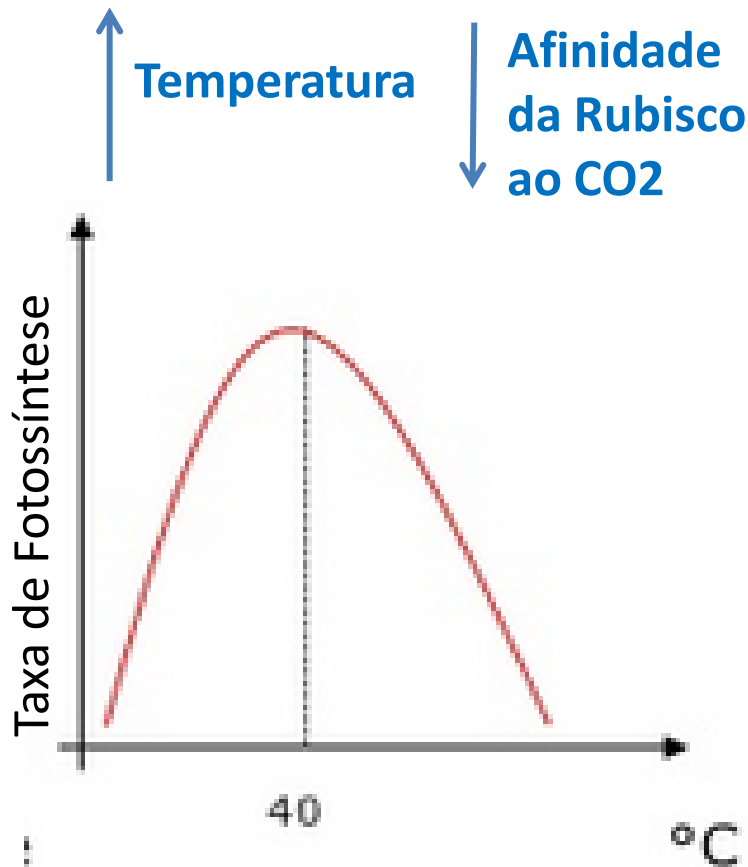


Carboxilação e Oxigenação

Fotorrespiração reduz a eficiência da **Fotossíntese**

Fotorrespiração e Fotossíntese

✓ O balanço entre as duas reações é determinada por fatores Ambientais como : Temperatura, $[O_2]$ e $[CO_2]$



✓ O aumento do CO₂ na atmosfera → aumento da produtividade das plantas C3

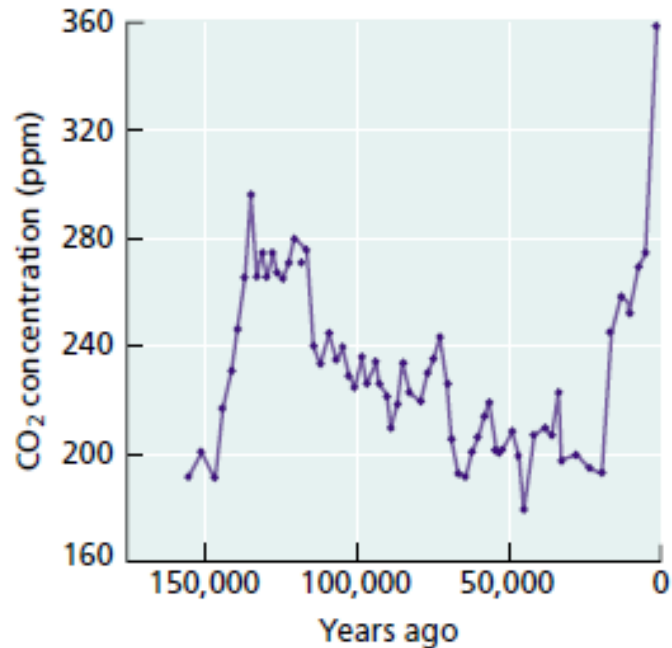
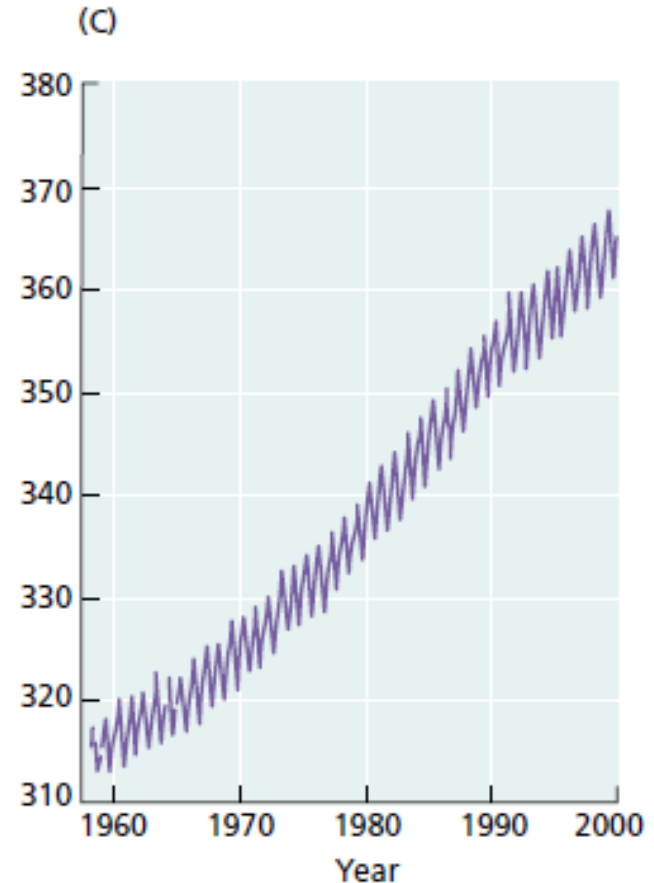


FIGURE 9.16 Concentration of atmospheric CO₂ from the present to 160,000 years ago. (A) Past atmospheric CO₂ concentrations, determined from bubbles trapped in glacial ice in Antarctica, were much lower than current levels. (B) In the last 1000 years, the rise in CO₂ concentration coincides with the Industrial Revolution and the increased burning of

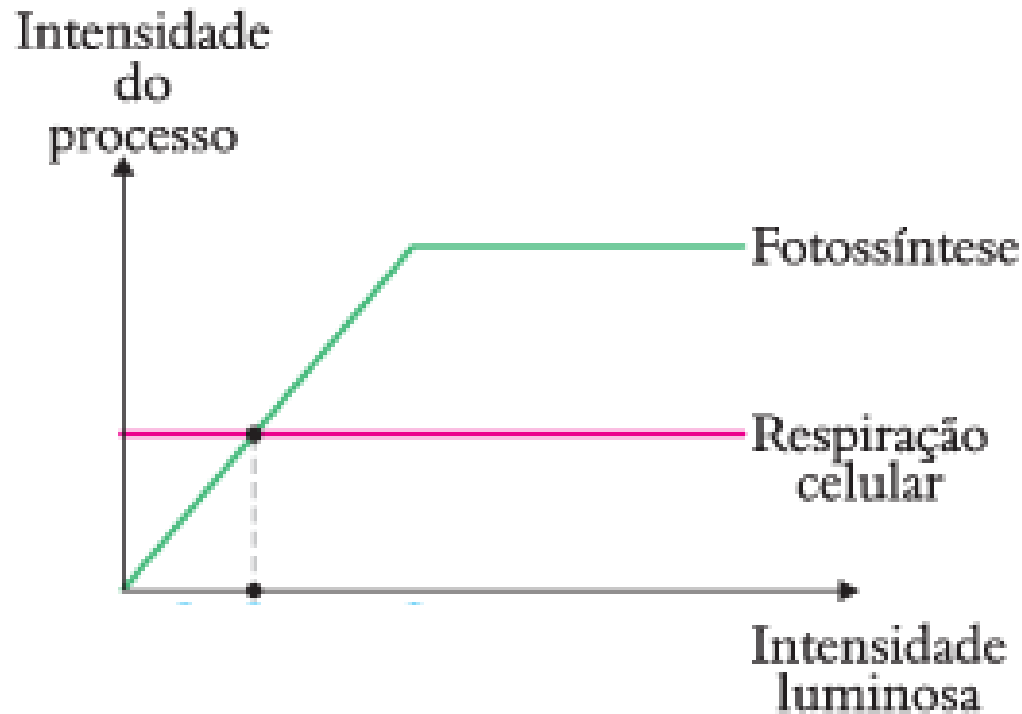


nature of the trace is caused by change in atmospheric CO₂ concentrations associated with the growth of agricultural crops. Each year the highest CO₂ concentration is observed in May, just before the Northern Hemisphere growing season, and the lowest concentration is observed in October. (After Barnola et al. 1994, Keeling and Whorf 1994, Neftel et

Fotossíntese em Função da Intensidade Luminosa

✓ Ponto de Compensação:

CO_2 produzido na Respiração = CO_2 usado na Fotossíntese



Como ocorre a as trocas gasosas nas plantas?

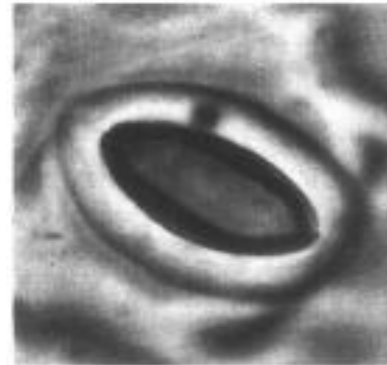
- ✓ Estruturas conhecidas como **Estômatos**
- ✓ Caminho de difusão do CO_2 é o mesmo do vapor de H_2O e O_2

Estômatos abertos:

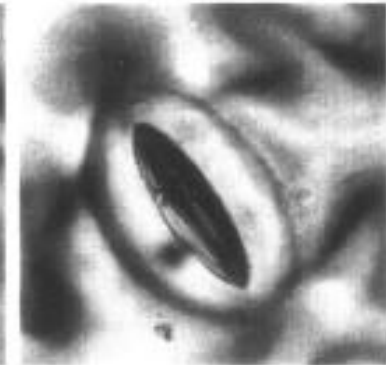
CO_2 ← **Entra**

H_2O → **Sai**

Aberto



Fechado



- ✓ **Desafio das Plantas: Absorver CO_2 sem perder Água!**

Mecanismos de diminuição da Fotorrespiração e perda de Água

- ✓ Algumas plantas concentram CO_2 no ambiente da **Rubisco**
- ✓ Modificações na abertura dos estômatos

❖ Ciclo C4 do Carbono



Cana-de-açúcar

Milho



❖ CAM

Cactos

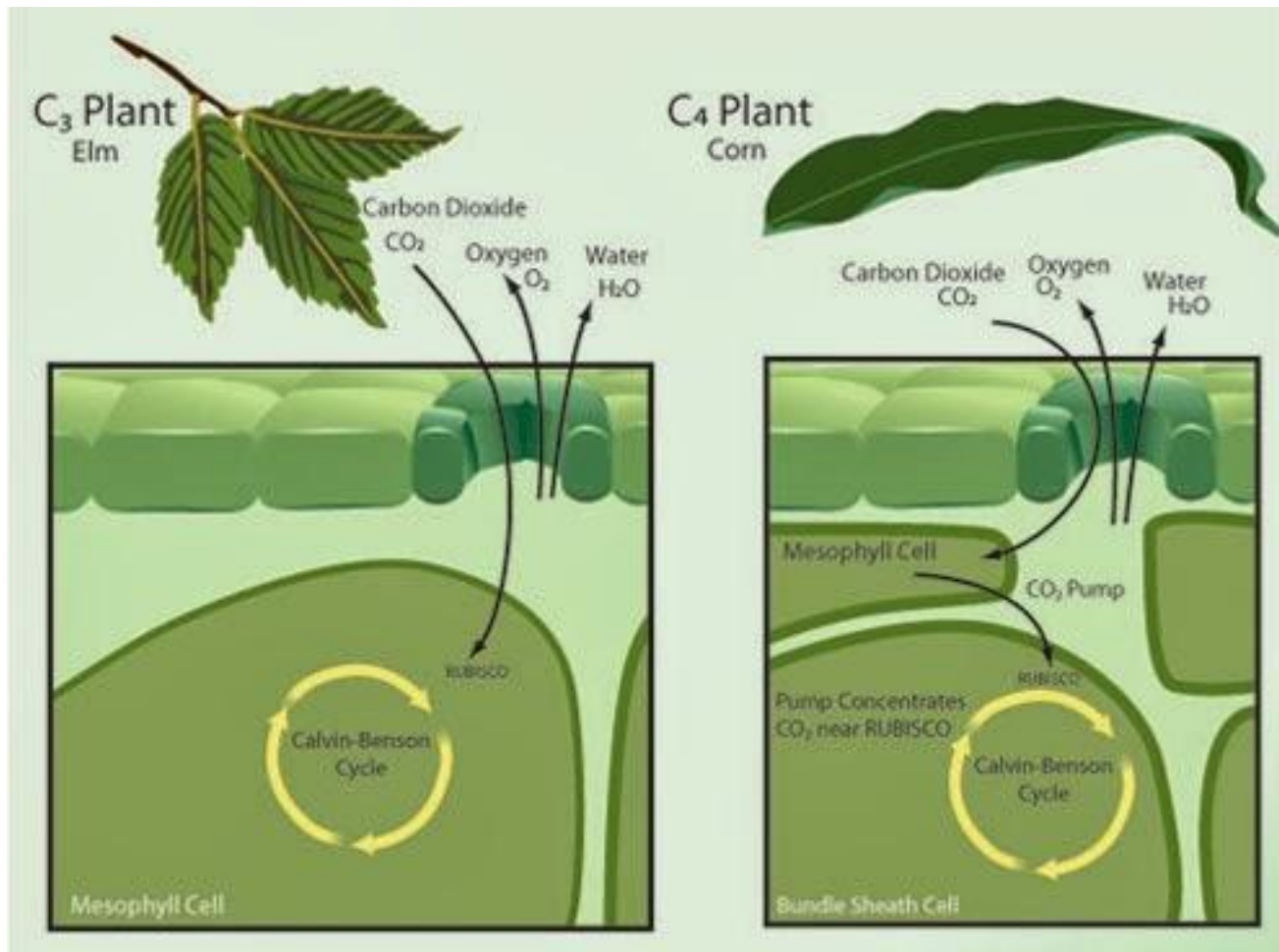


Abacaxi



Metabolismo C3 X C4

- ✓ Diferenças no percurso do CO_2 até o Ciclo de Calvin
- ✓ Menor abertura dos estômatos



Metabolismo C4

✓ Formação de intermediário C4 separado espacialmente do Ciclo de Calvin

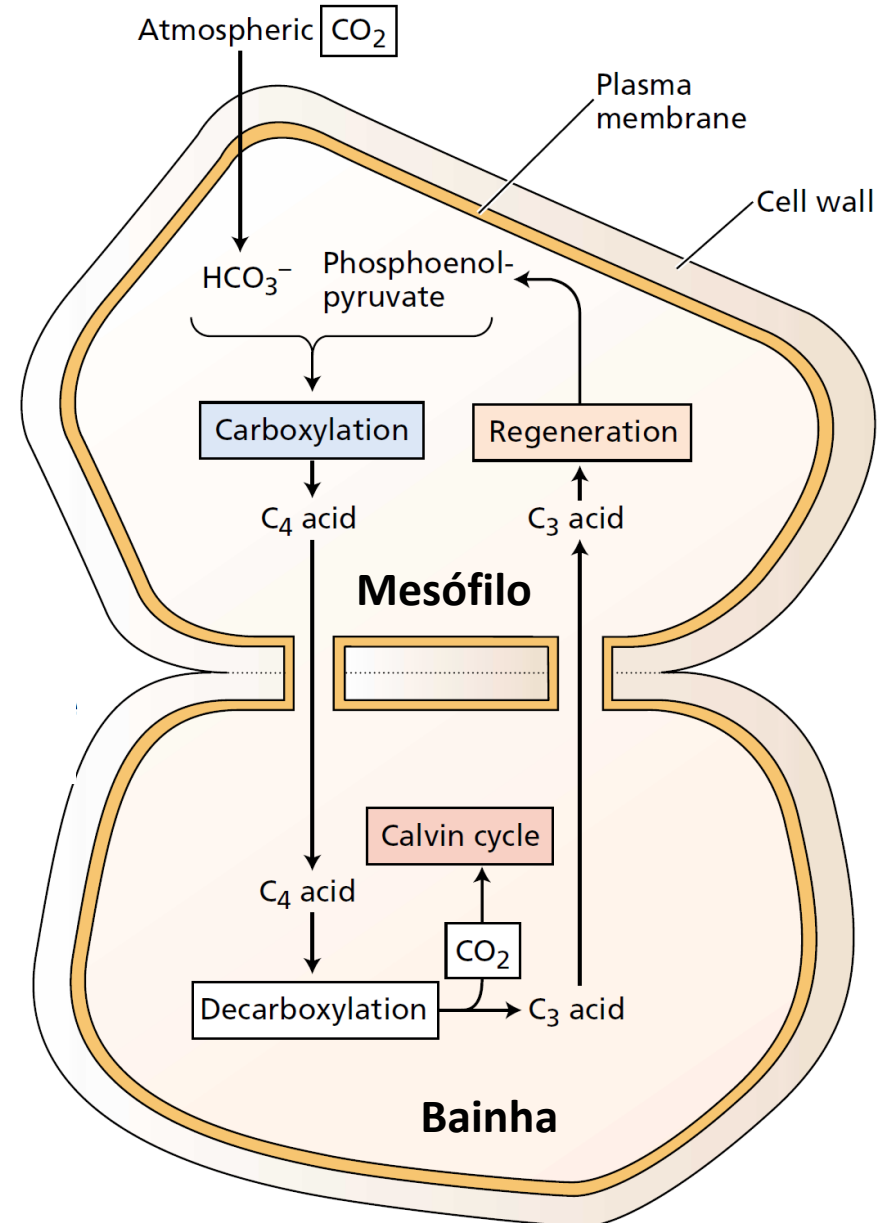
✓ Eventos:

Mesófilo:

- Fixação do CO_2 em Molécula de 4 C (Malato ou Aspartato)

Bainha:

- Descarboxilação – liberação do CO_2
- Ciclo de Calvin – produção de Carboidrato



Implicações Ambientais

Assimilação do CO₂ X [CO₂]

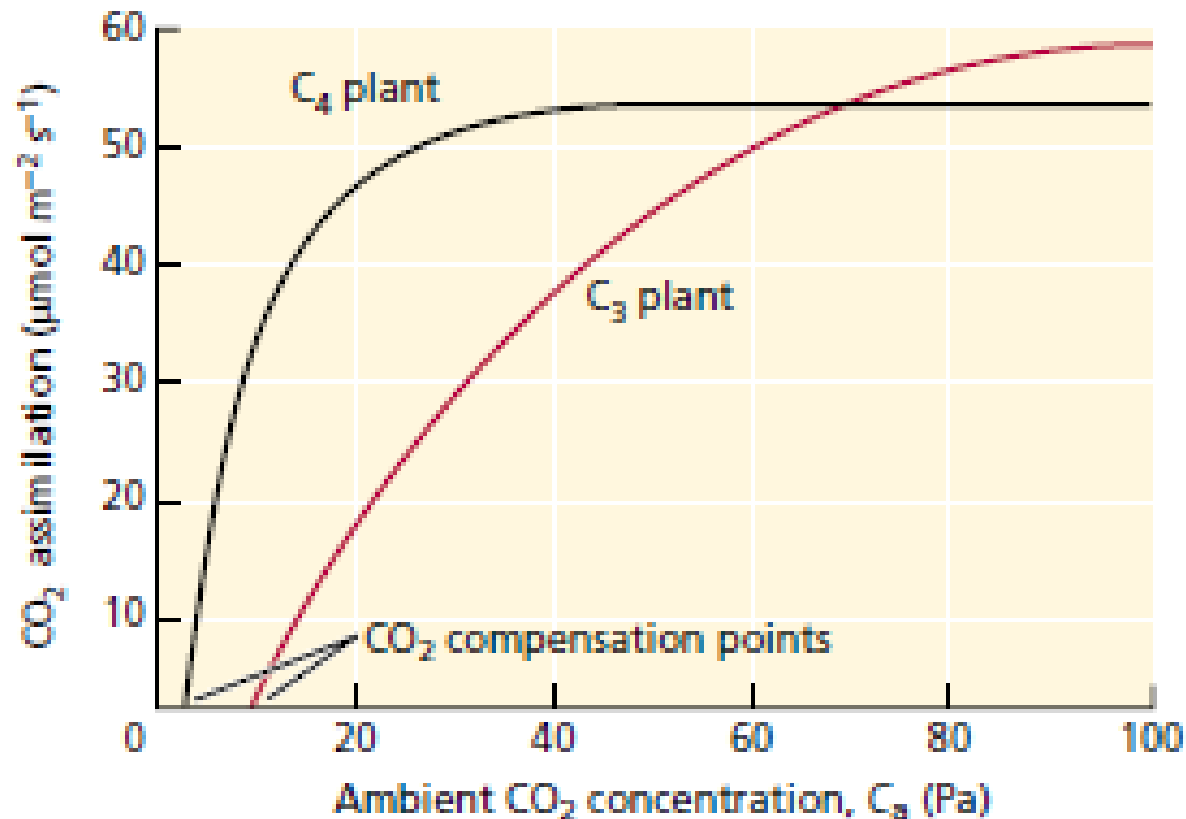


Fig1. Mudanças na fotossíntese em função da [CO₂] no ambiente.
Taiz e Zeiger 2004

Metabolismo CAM

- ✓ Principalmente nas Crassuláceas
- ✓ Formação de intermediário C4 separada do Ciclo

de Calvin:

- ✓ Abrem os **Estômatos a noite**
- Temporal: Dia e noite
- Espacial: Vacúolo e Cloroplasto



Noite

Dia

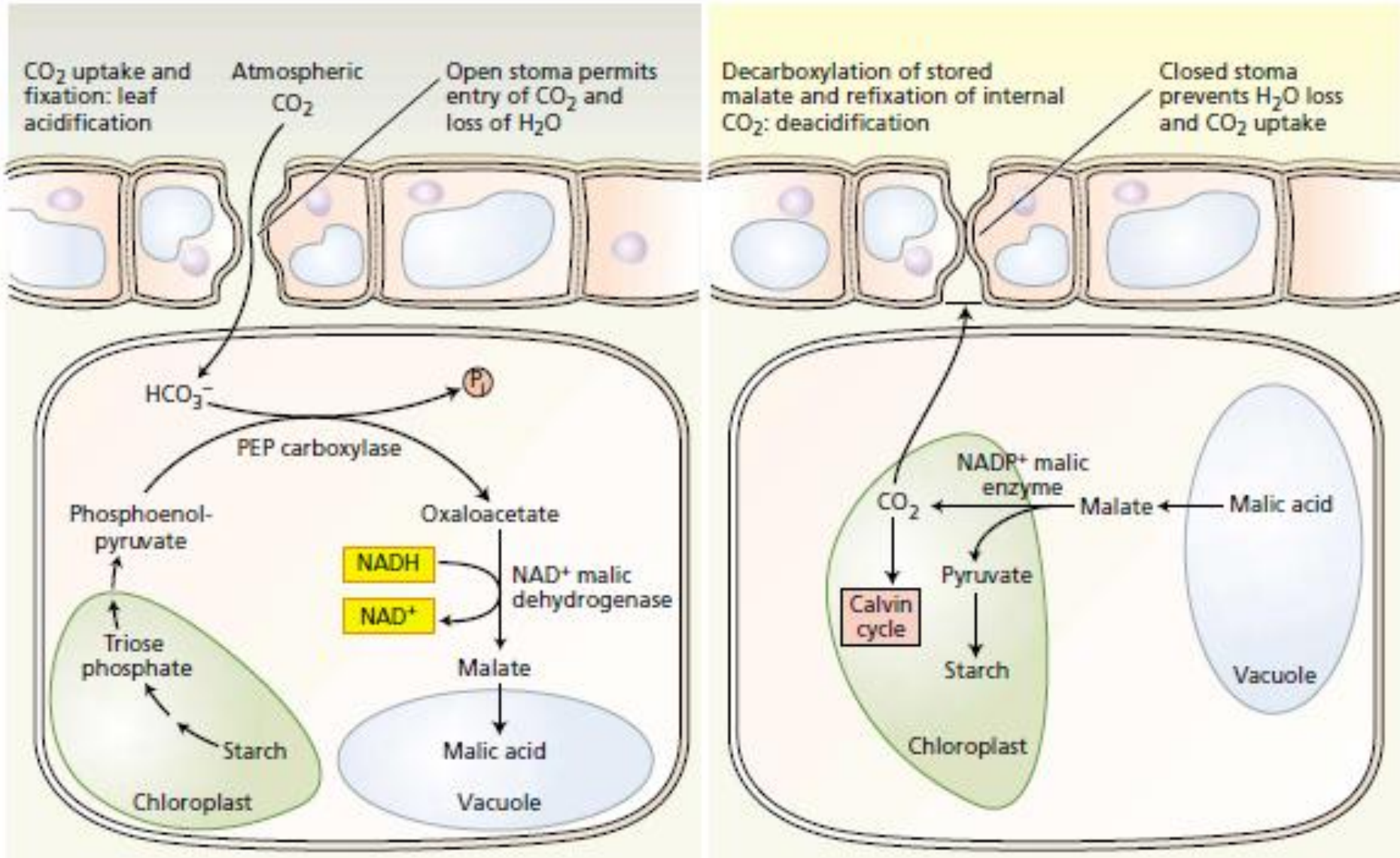
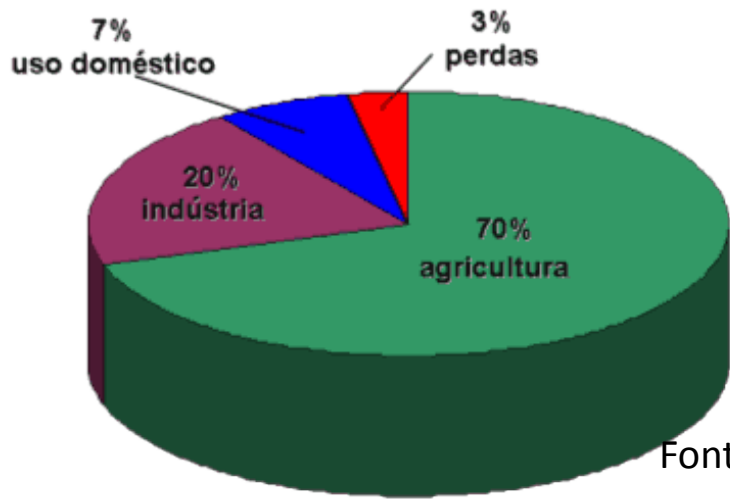


FIGURE 8.12 Crassulacean acid metabolism (CAM). Temporal separation of CO₂ uptake from photosynthetic reactions: CO₂ uptake and fixation take place at night, and decarboxylation and refixation of the internally released CO₂ occur during the day. The adaptive advantage of CAM is the reduction of water loss by transpiration, achieved by the stomatal opening during the night.

Eficiência no uso da Água



✓ Distribuição do Uso da Água no Brasil

Fonte: SANASA – Sociedade de Abastecimento de Água 2011

Grama de Água perdida / para cada grama de CO2 fixado



1° Lugar: CAM- 50 a 100 g

2° Lugar : C4- 250 a 300g

3° Lugar : C3- 400 a 400 g



Metabolismo

	C3	C4	CAM
Distribuição	Ampla	Tropical, Subtropical	Desértico
Produto da Fixação de CO ₂	Fosfoglicerato	Malato , Aspartato	Malato
Fotorrespiração	40% da Fotossíntese	Não se detecta	Baixa
Crescimento (g/m ² dia)	5-20	40-50	0,2
Produtividade (t/ha ano)	10-30	60-80	<10
Exemplos	Trigo, cevada	Milho, Cana-de-açúcar	Abacaxi, cactos