

FISIOLOGIA VEGETAL APLICADA EM CANA-DE-AÇÚCAR

“Paulo Castro”

STAB

CANA OESTE - Sertãozinho – SP

FOTOSSÍNTESE E RESPIRAÇÃO **Fotossíntese C4 e Ciclo de Krebs**

Prof. Dr. Paulo A. M. de Figueiredo
Engenheiro Agrônomo

Unesp – Dracena
Junho de 2015

INTRODUÇÃO

CÉLULA VEGETAL

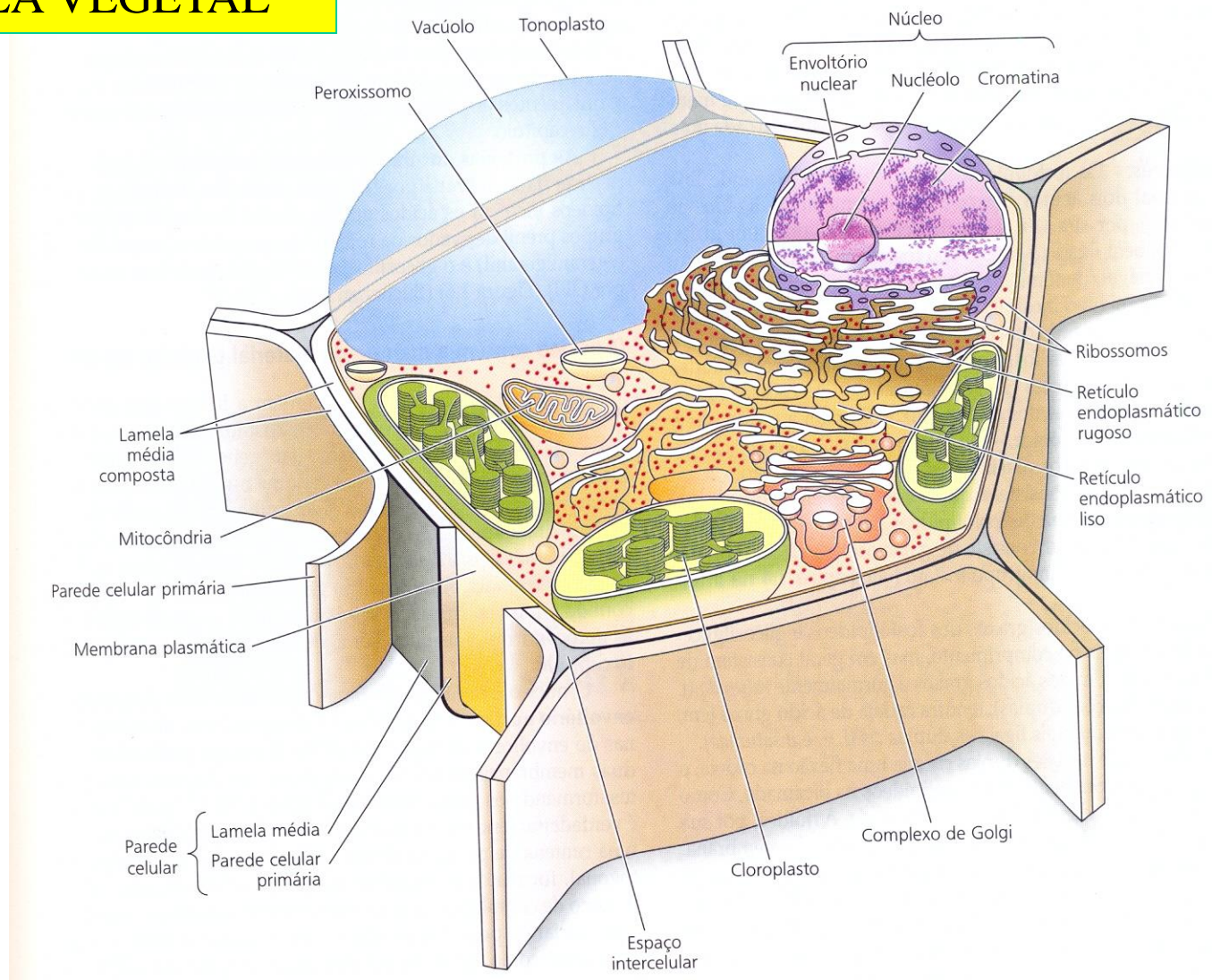
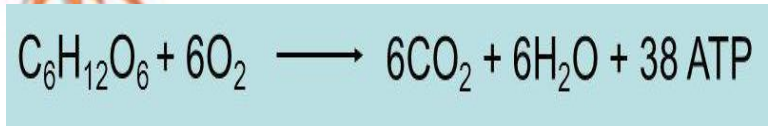
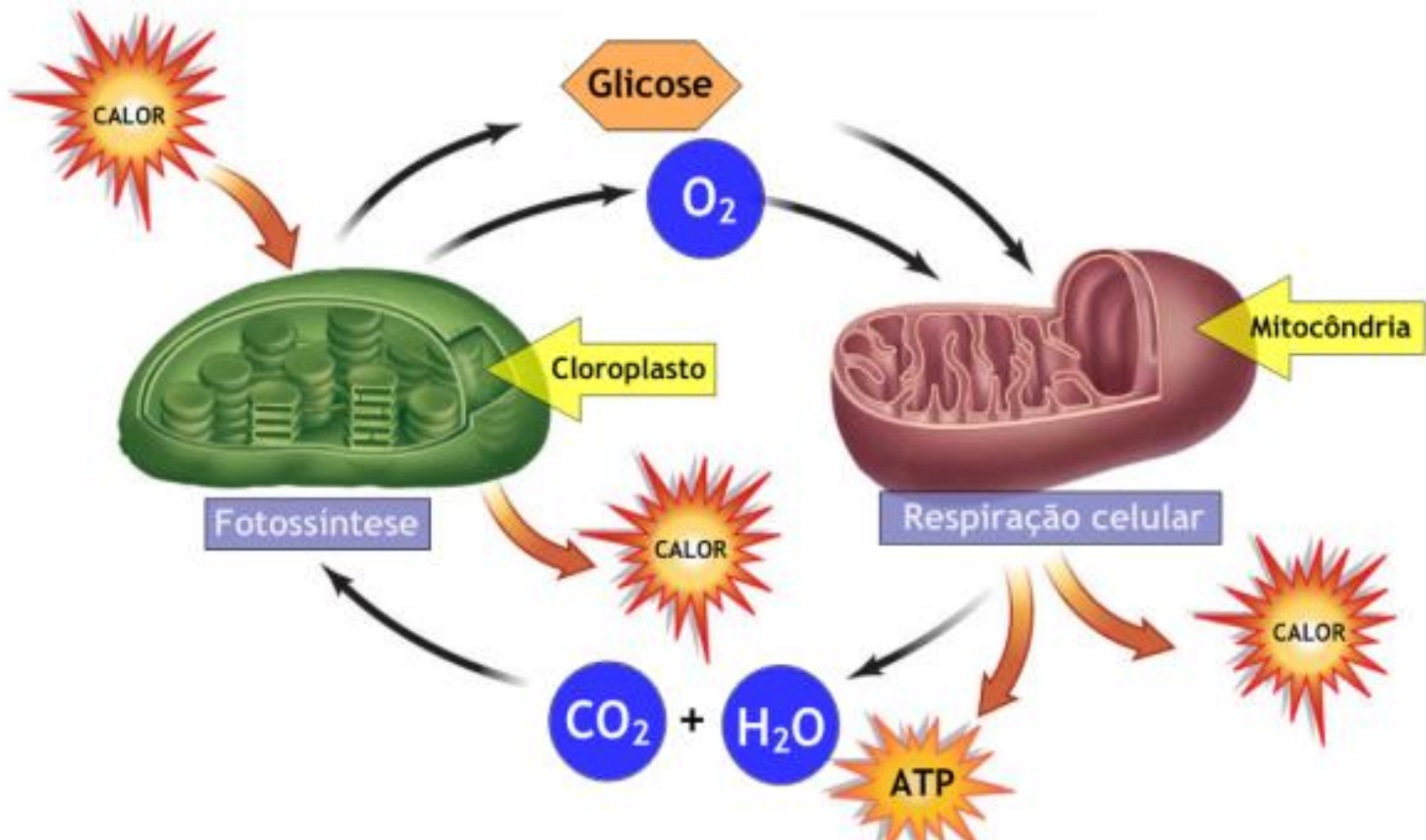
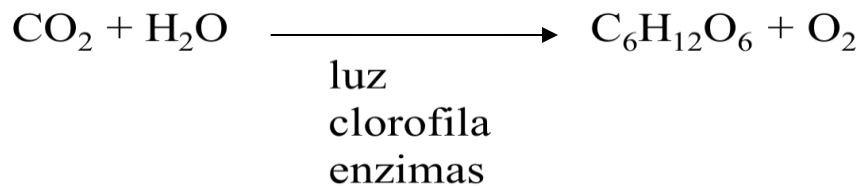


FIGURA 1.4 Diagrama de uma célula vegetal. Vários compartimentos intracelulares são delimitados por suas respectivas membranas, tais como o tonoplasto, o envoltório nuclear e as membranas das demais organelas. As duas paredes celulares primárias adjacentes, juntamente com a lamela média, formam uma estrutura complexa, denominada lamela média composta.

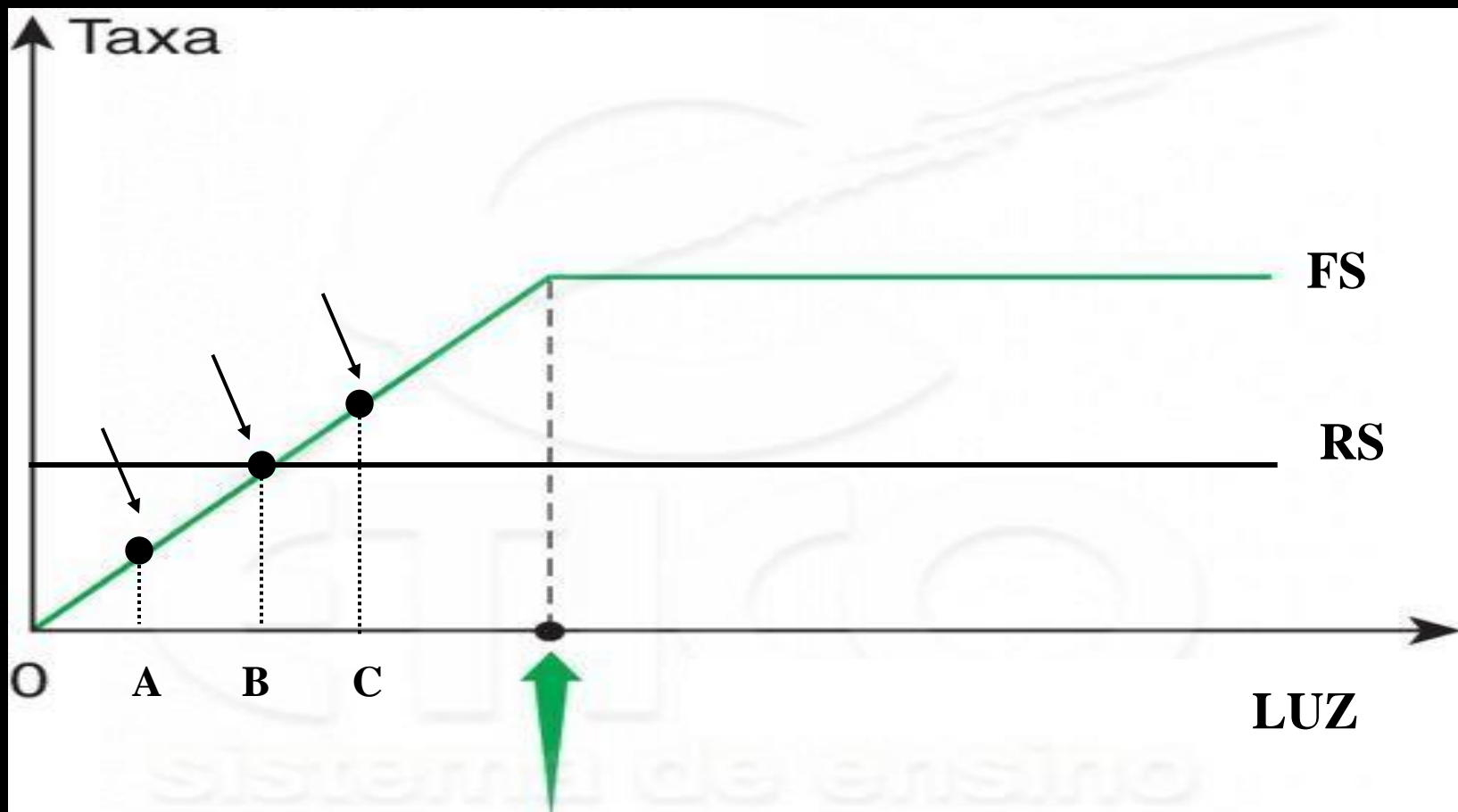


FOLHAS COM APARATO FOTOSSINTÉTICO E CAULES DO TIPO COLMO COM PARÊNQUIMAS DE RESERVA



A concentração de
CO₂ na atmosfera é de
aproximadamente
0,03%

PONTO DE COMPENSAÇÃO LUMINOSO



ESTRUTURA DO ATP

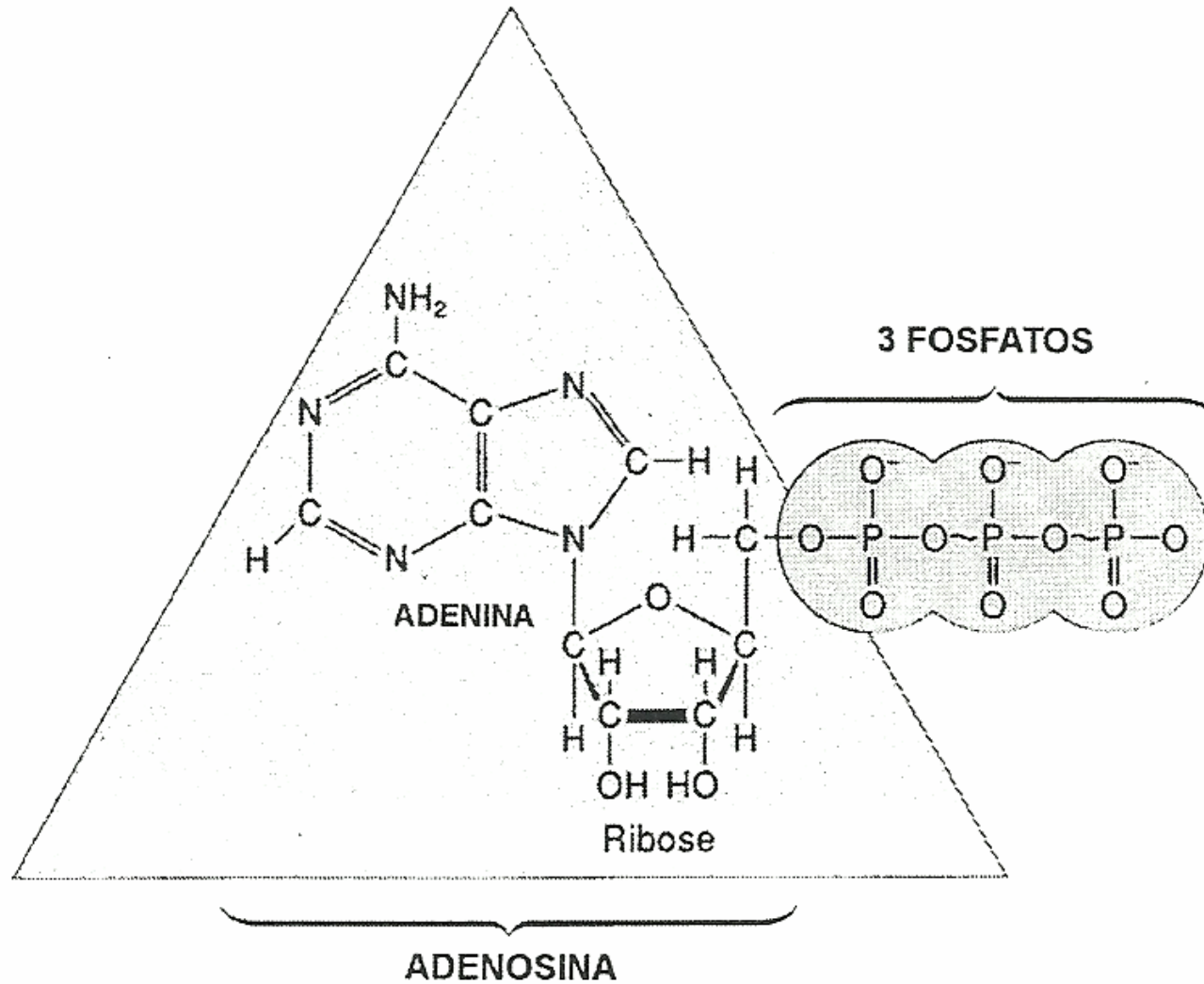
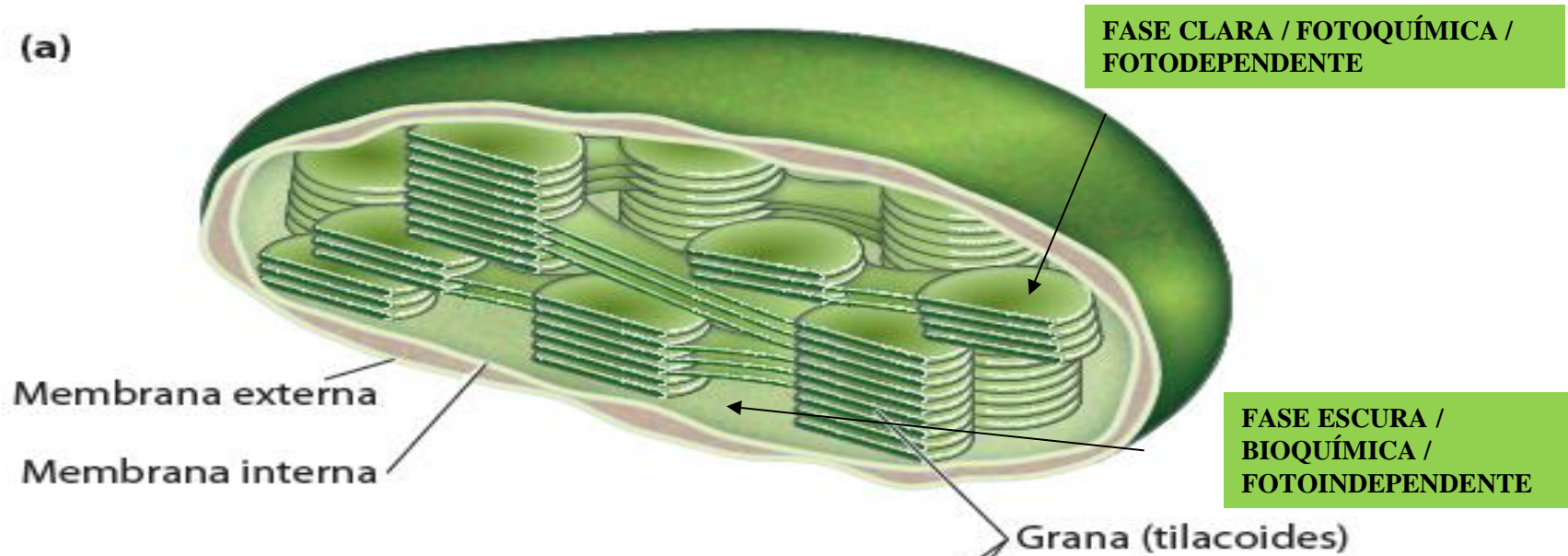


FIGURA 15: Estrutura da molécula de ATP (Fonte: Moore & Clark, 1995).

FOTOSÍNTESE

(a)



(b)

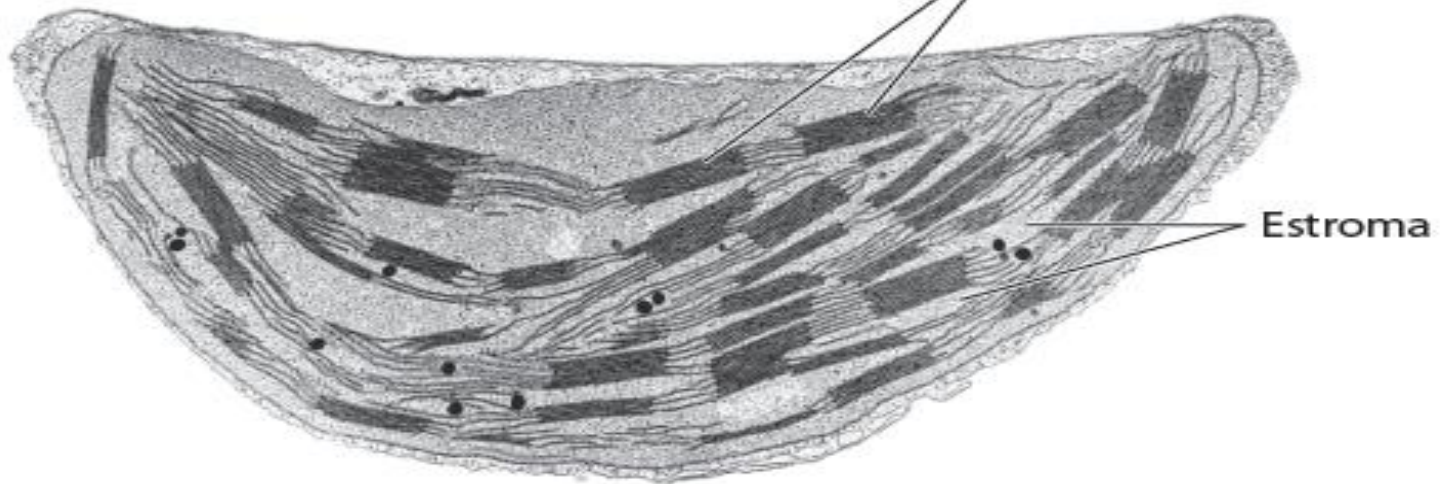


FIGURA 19-47 Cloroplasto. (a) Diagrama esquemático. (b) Micrografia eletrônica em alto aumento, mostrando os grana, pilhas de membranas tilacoides.

FASE FOTOQUÍMICA

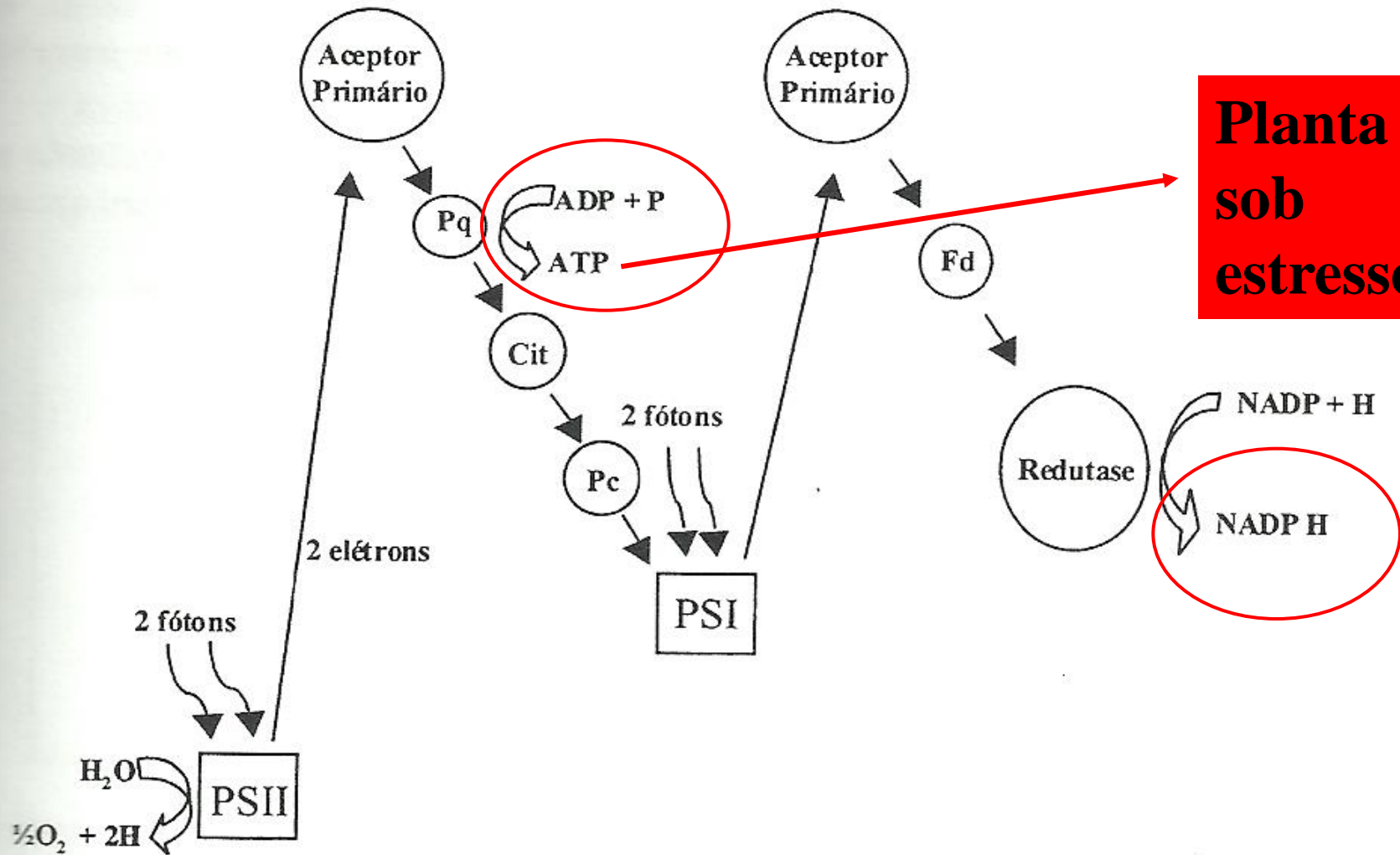


FIGURA 7: Cadeia de transporte de elétrons; Esquema Z (Fonte: Moore & Clark, 1995).

CICLO DE CALVIN OU CICLO C3

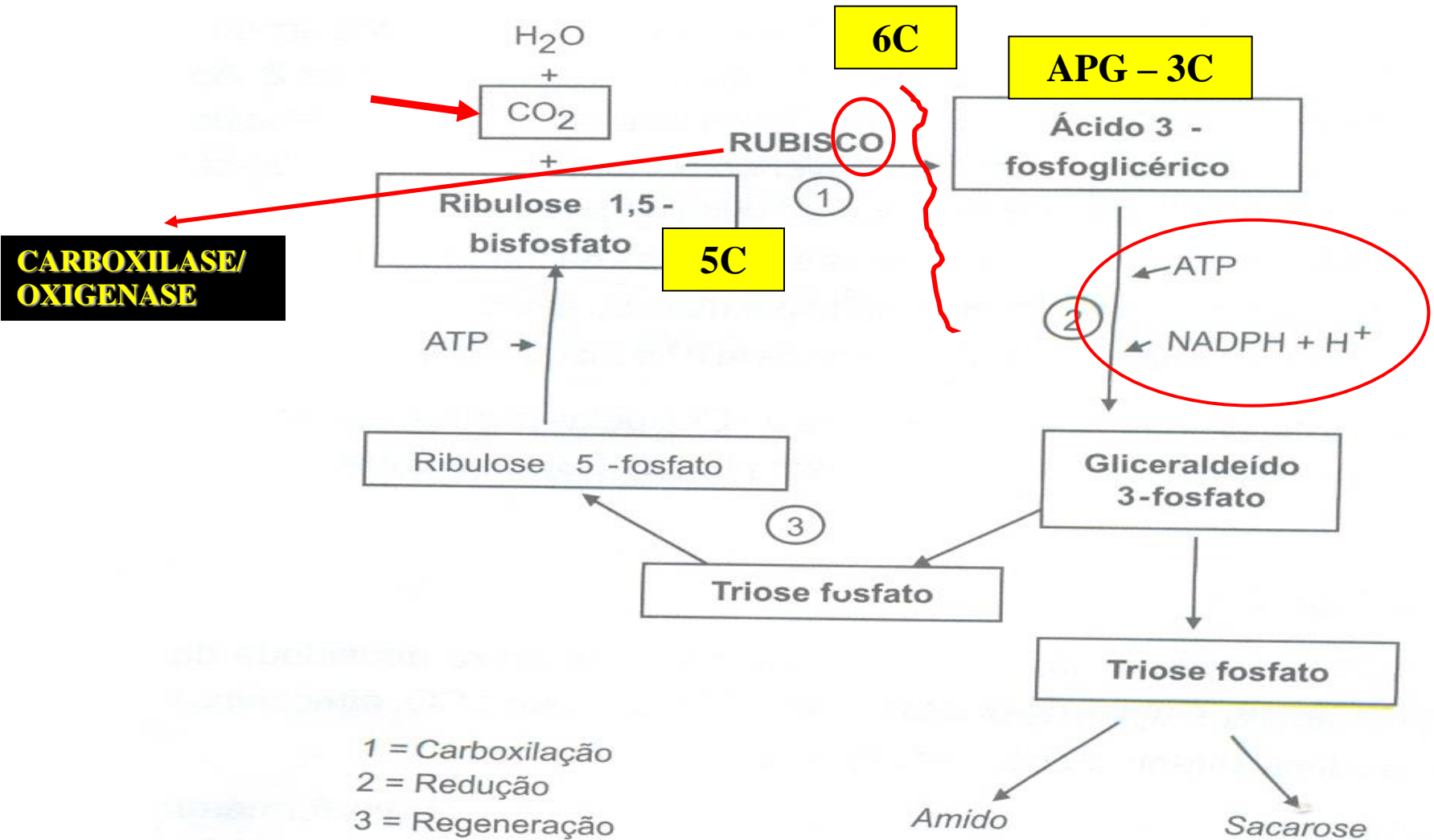


Figura 5.15. Esquema simplificado da fotossíntese C3.

SÍNTESE DE AMIDO E SACAROSE

Nas C₄, os cloroplastos armazenam pouco amido e são mais adaptados à fotossíntese, por possuírem maiores *granum*, que são estruturas de armazenamento de clorofila.

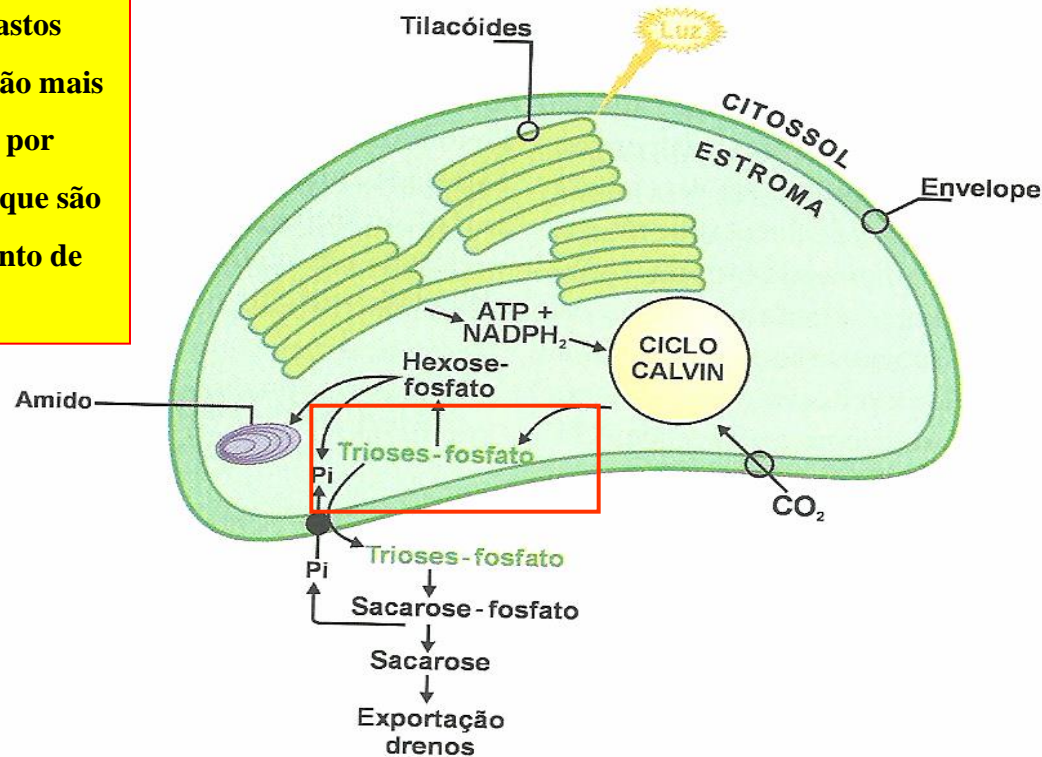


FIGURA 5.24

O ciclo fotossintético redutivo é responsável pela fixação do CO₂ e geração de carboidratos na fotossíntese (ciclo de Calvin ou ciclo C₃). Seu funcionamento é dependente do ATP e NADPH gerados na etapa fotoquímica da fotossíntese. As trioses-fosfato formadas no ciclo C₃ podem ser alocadas para produção de amido no interior dos cloroplastos ou ser transportadas para o citoplasma. Neste último compartimento, ocorre a síntese de sacarose, principal carboidrato exportado pelas células fotossintéticas.

O QUE É MESOFILO ?



**PRESENÇA DE
CLOROPLASTOS
NO TECIDO
MESOFÍLICO**

**CÉLULAS DA BAINHA
VASCULAR COM
PRESENÇA DE
CLOROPLASTOS**

TECIDO MAIS ATIVO FOTOSSINTETICAMENTE

*Geralmente, nas plantas C4,
as células do mesofilo estão,
no máximo, a 2 ou 3 células
de distância das células da
bainha mais próximas...*

CICLO C4

ESTÁVEL COM 4C

Fotossíntese: reações de carboxilação **187**

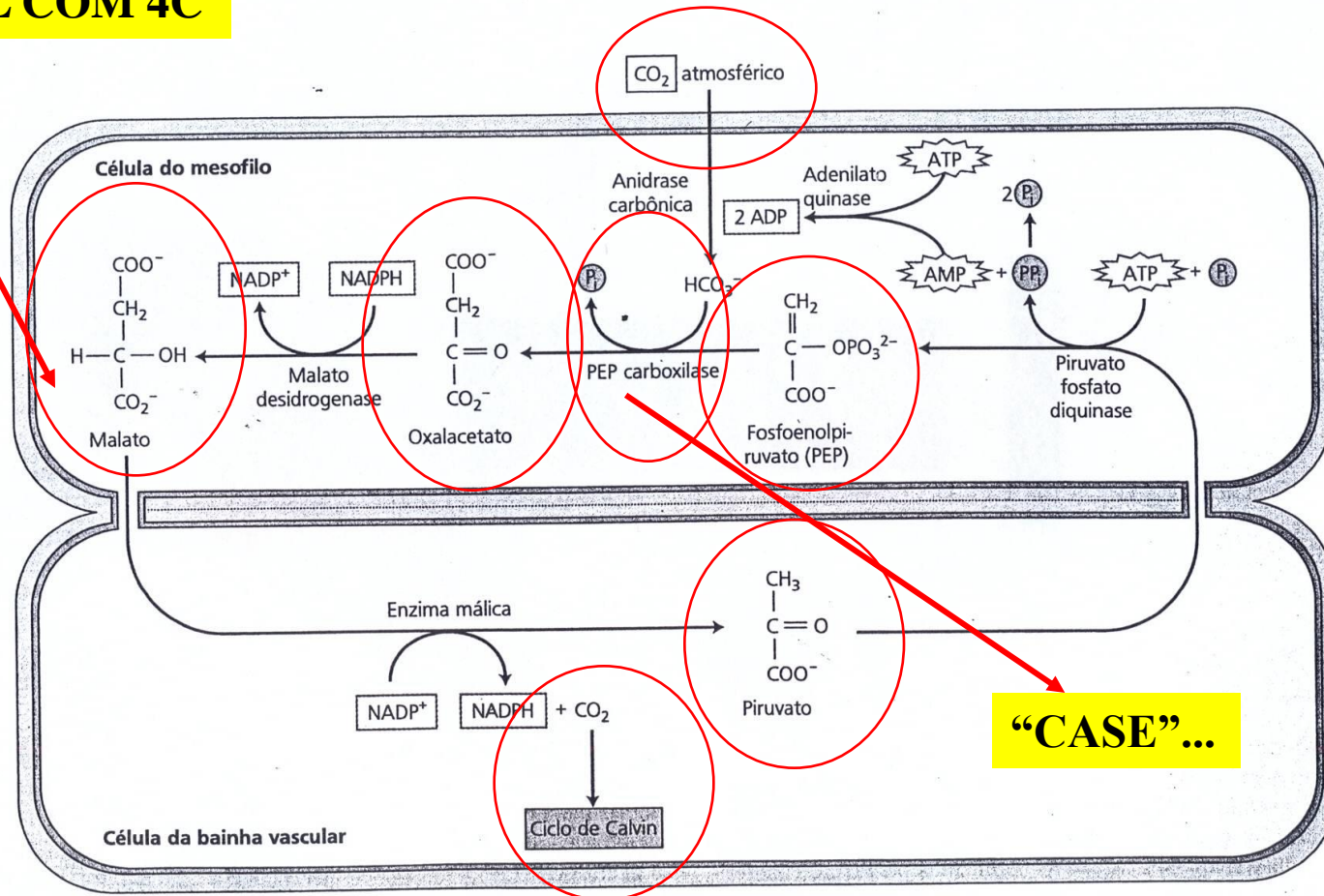
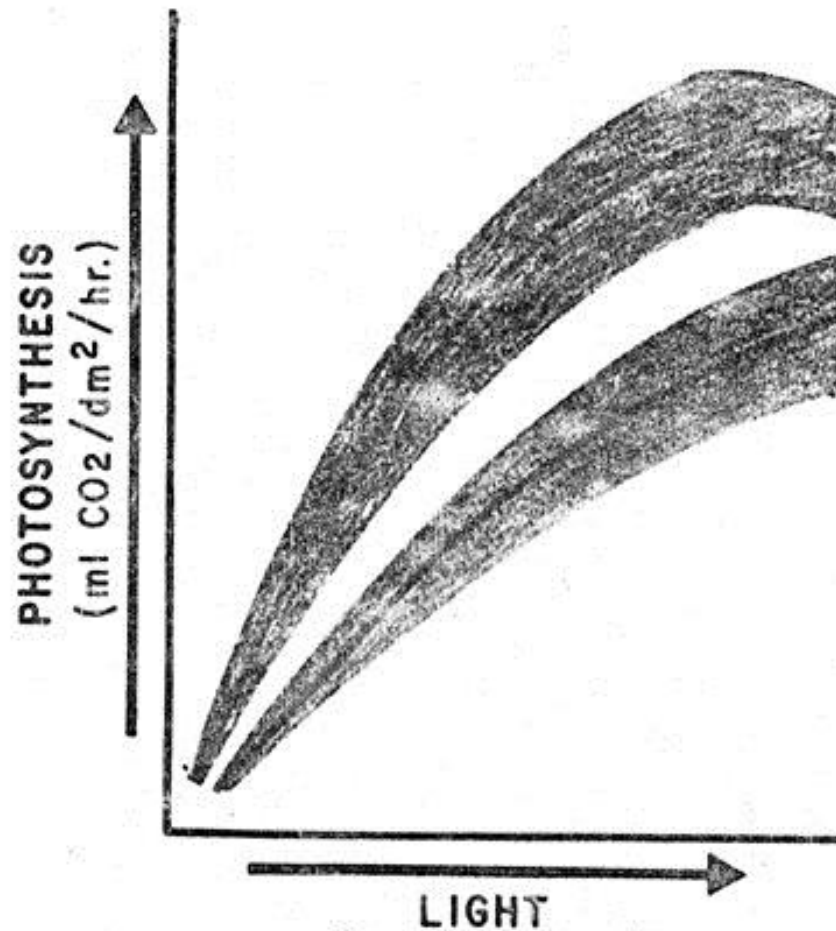


FIGURA 8.11 A rota fotossintética C₄. A hidrólise de dois ATPs força o ciclo na direção das setas, bombeando, assim, CO₂ da atmosfera para o ciclo de Calvin dos cloroplastos da bainha vascular.

*As C4 possuem maior
quantidade de rubisco, ribulose
bifosfato carboxilase oxigenase,
uma das enzimas mais
abundantes no planeta...*

*As plantas C4 possuem
células com paredes
espessas e pouco
permeáveis aos gases
CO₂ e H₂O*

Resposta medida como eficiência fotossintética de cultivares de cana-de-açúcar, em função do aumento em luminosidade



luz

luz

A cana-de-açúcar deve ser explorada em terrenos ou locais que possuam, entre outras vantagens, uma considerável exposição à luz, devido ao seu potencial genético e aparato fotossintético melhor preparado.

Sob temperaturas na faixa entre 30 a 40° C, as plantas C₄ apresentam taxa fotossintética de duas a três vezes maiores do que as plantas C₃, em função da estabilidade de determinadas enzimas.

A máxima atividade da enzima Pepsase, (C4) ocorre entre 30 a 35°C, enquanto que a rubisco em torno de dez graus abaixo...

As plantas C4 normalmente têm um consumo de água de 250 a 300 litros/ kg de MS, enquanto as C3 consomem de 450 a 1000 litros/kg MS.

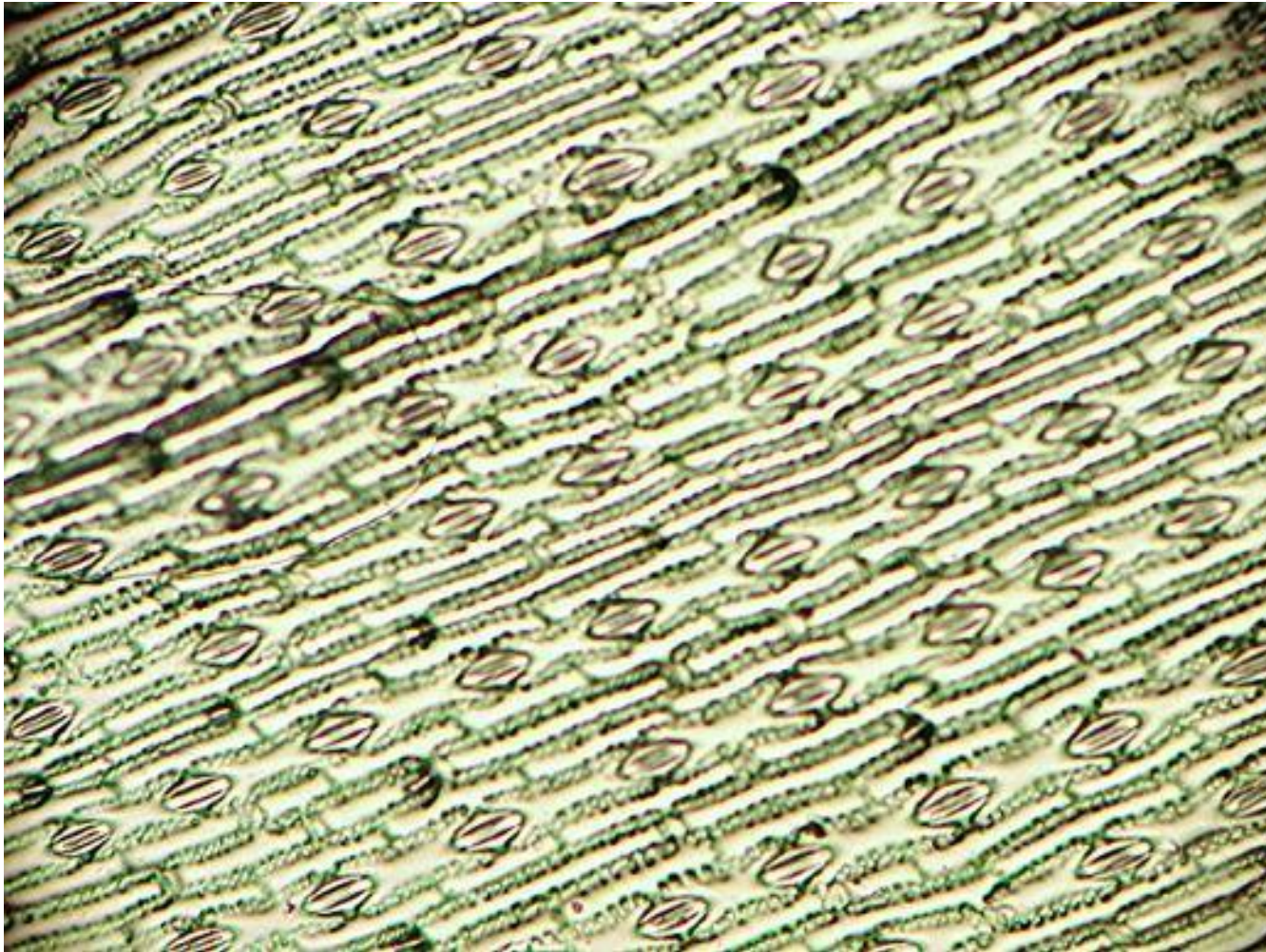
Nas plantas C3 a taxa de crescimento é de $1 \text{ g.dm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, enquanto que nas C4 é de $4 \text{ g.dm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$

Nas plantas C3 a Eficiência do Uso da
Água (EUA) é de 3 g.CO₂/kgH₂O,
enquanto que nas C4 é de 5
g.CO₂/kgH₂O

Nas plantas C3 a Taxa
Fotossintética é de 30
 $\text{mgCO}_2.\text{dm}^{-2}\text{h}^{-1}$, enquanto que
nas C4 é de 60 $\text{mgCO}_2.\text{dm}^{-2}\text{h}^{-1}$

Durante períodos de seca e baixa umidade relativa do ar, o gás carbônico tem dificultada sua entrada nos espaços foliares, devido ao fechamento dos estômatos. Nessas condições, as C4 possuem maior suprimento interno de CO₂ com ganho fotossintético.

Epiderme da folha de cana-de-açúcar, com destaque para os estômatos com distribuição em faixas paralelas



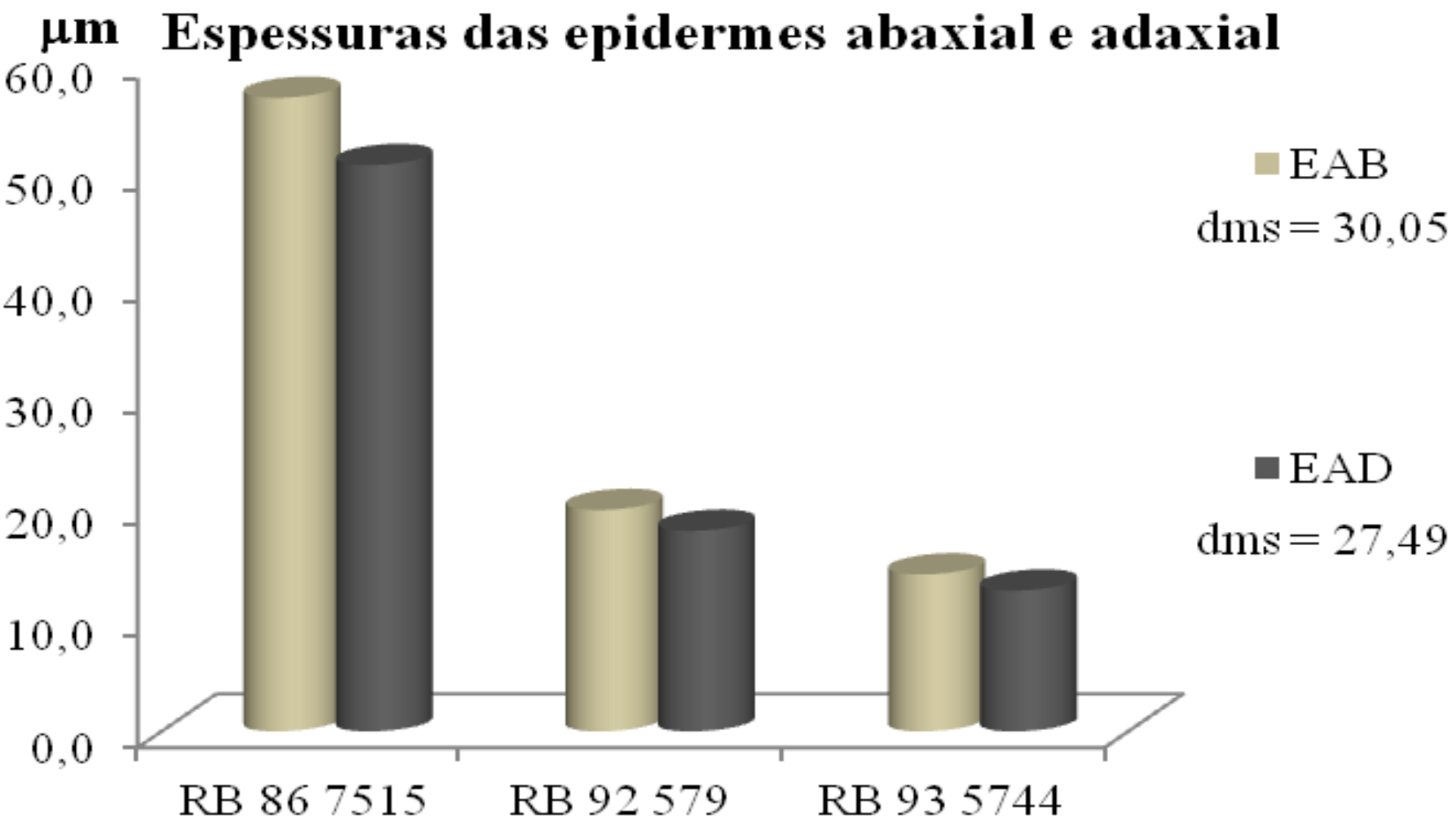
O aumento na densidade estomática está diretamente relacionado com a capacidade de captação do gás carbônico destinado à fotossíntese pelas plantas.

Table 2 - Mean values of stomata density on the adaxial and abaxial surfaces (DAD and DAB), and trichome density on the adaxial and abaxial surfaces (TAD and TAB) in sugar cane genotypes

Genotype	Stomata mm ⁻²		Trichomes mm ⁻²	
	DAD	DAB	TAD	TAB
RB855113	85.60a	163.40a	31.25a	121.04a
RB867515	71.20b	144.00b	25.58b	88.44bc
RB957689	83.60a	139.80b	26.30b	85.56bc
SP80-1816	77.00ab	144.60b	19.18c	98.12b
SP80-1842	77.60ab	140.80b	16.84c	82.81c
CV(%)	7.12	3.69	10.85	7.53

Means followed by same letter in the same column did not differ by the Tukey test ($P < 0.05$).

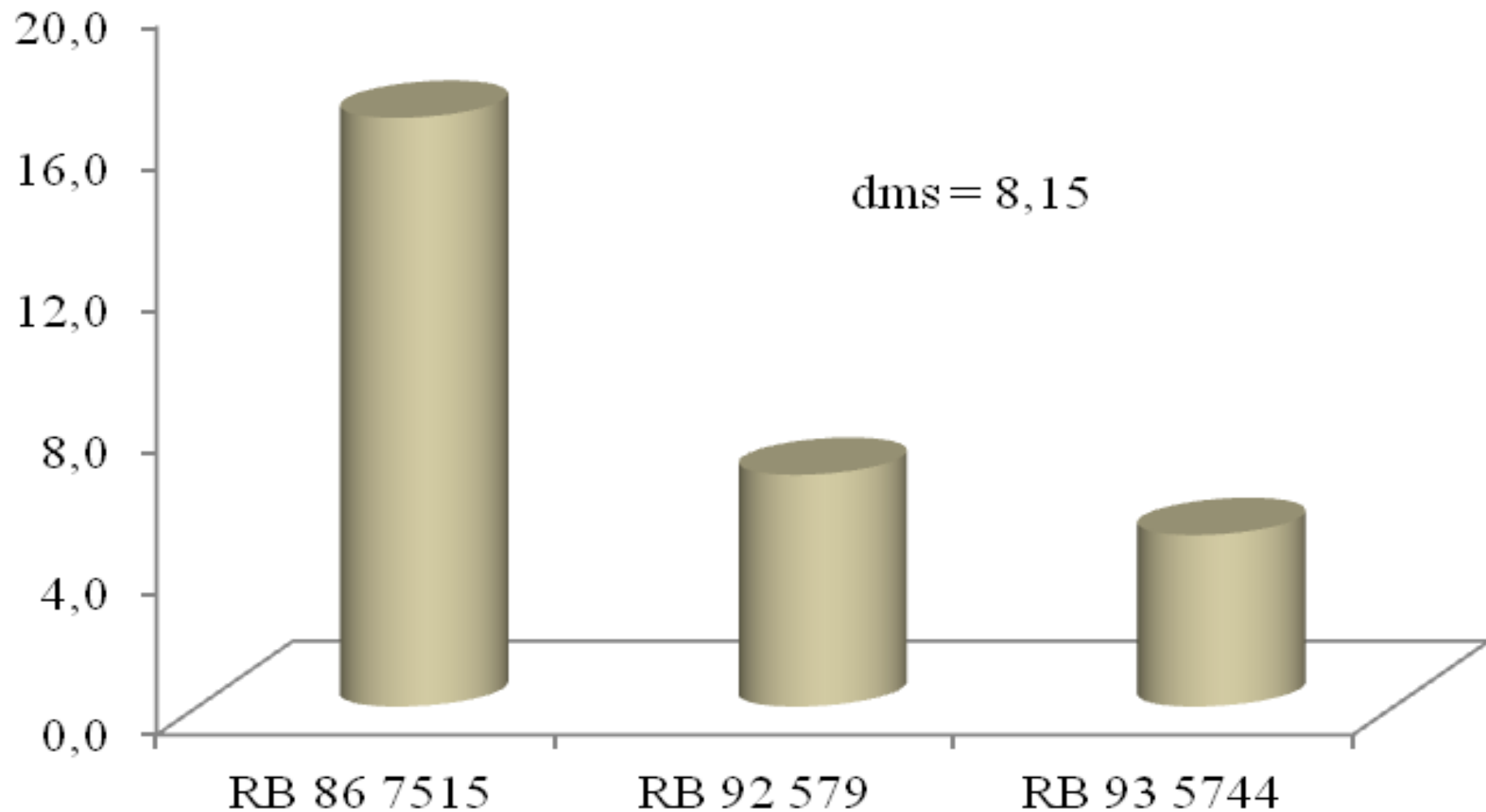
Ferreira et al. (2007)



Figueiredo et al. (2013)

Espessura da cutícula

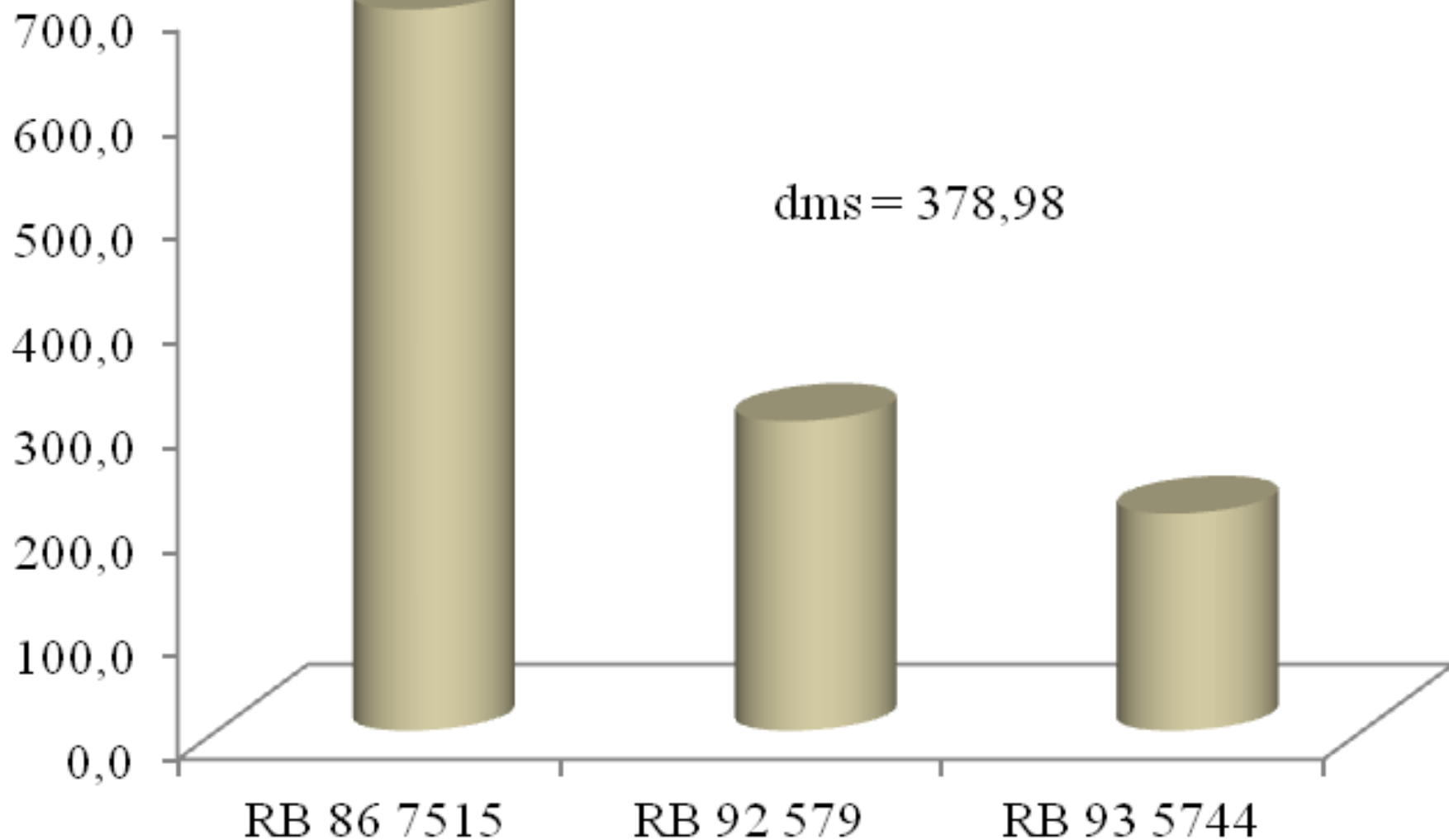
μm



Figueiredo et al. (2013)

μm

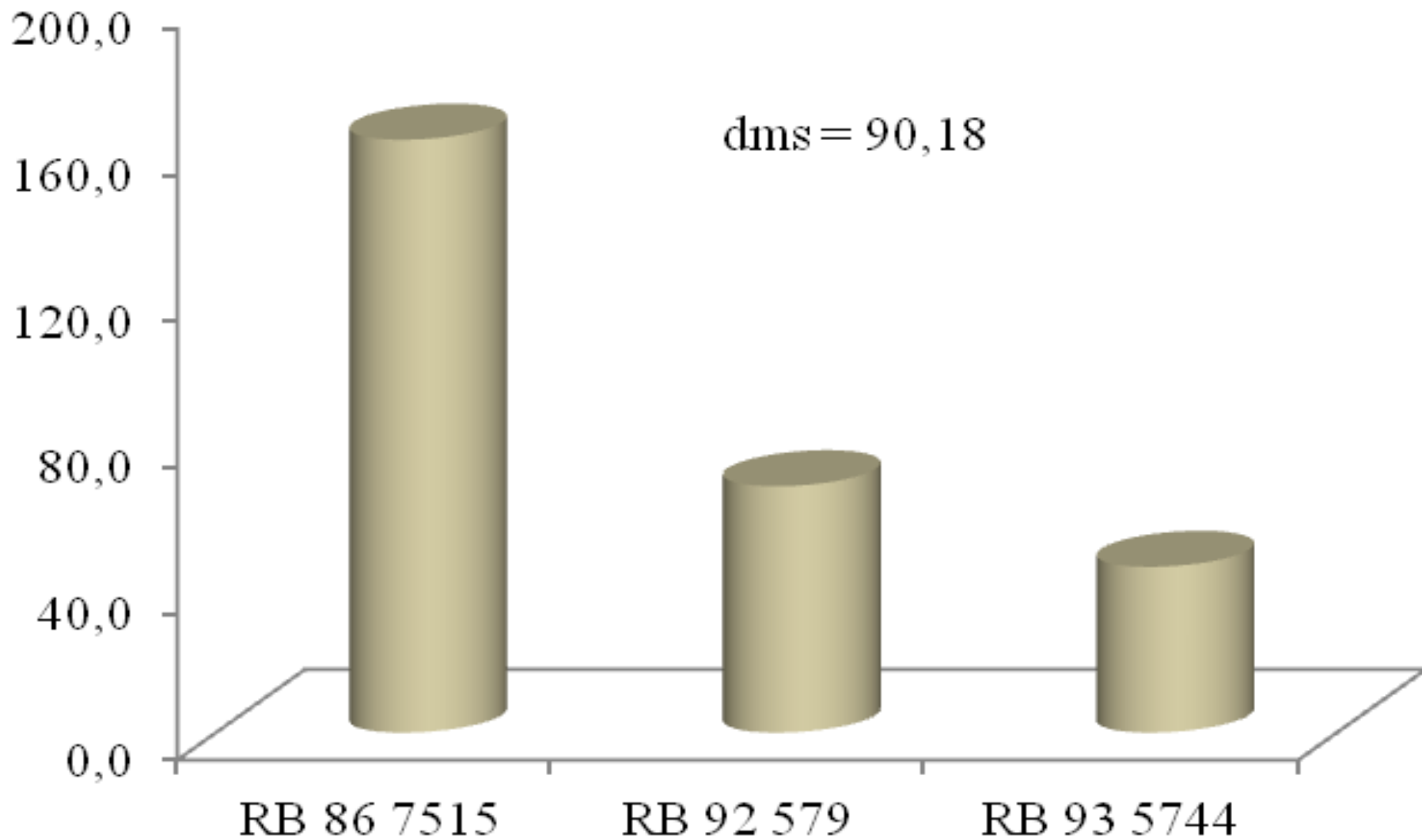
Espessura do mesófilo



Figueiredo et al. (2013)

Diâmetro das cel. bulínicas

μm



Figueiredo et al. (2013)

Nas plantas C3 a Fotorrespiração é alta, enquanto que nas C4 é baixa...

Nos dias muito quentes, as plantas C3 têm a maioria de seus estômatos fechados e a concentração interna de CO₂ diminui, aumentando a concentração de O₂. Nessas condições, o investimento em Fotorrespiração prejudica a produção de açúcares da Fotossíntese.

FOTORRESPIRAÇÃO

CICLO
2C

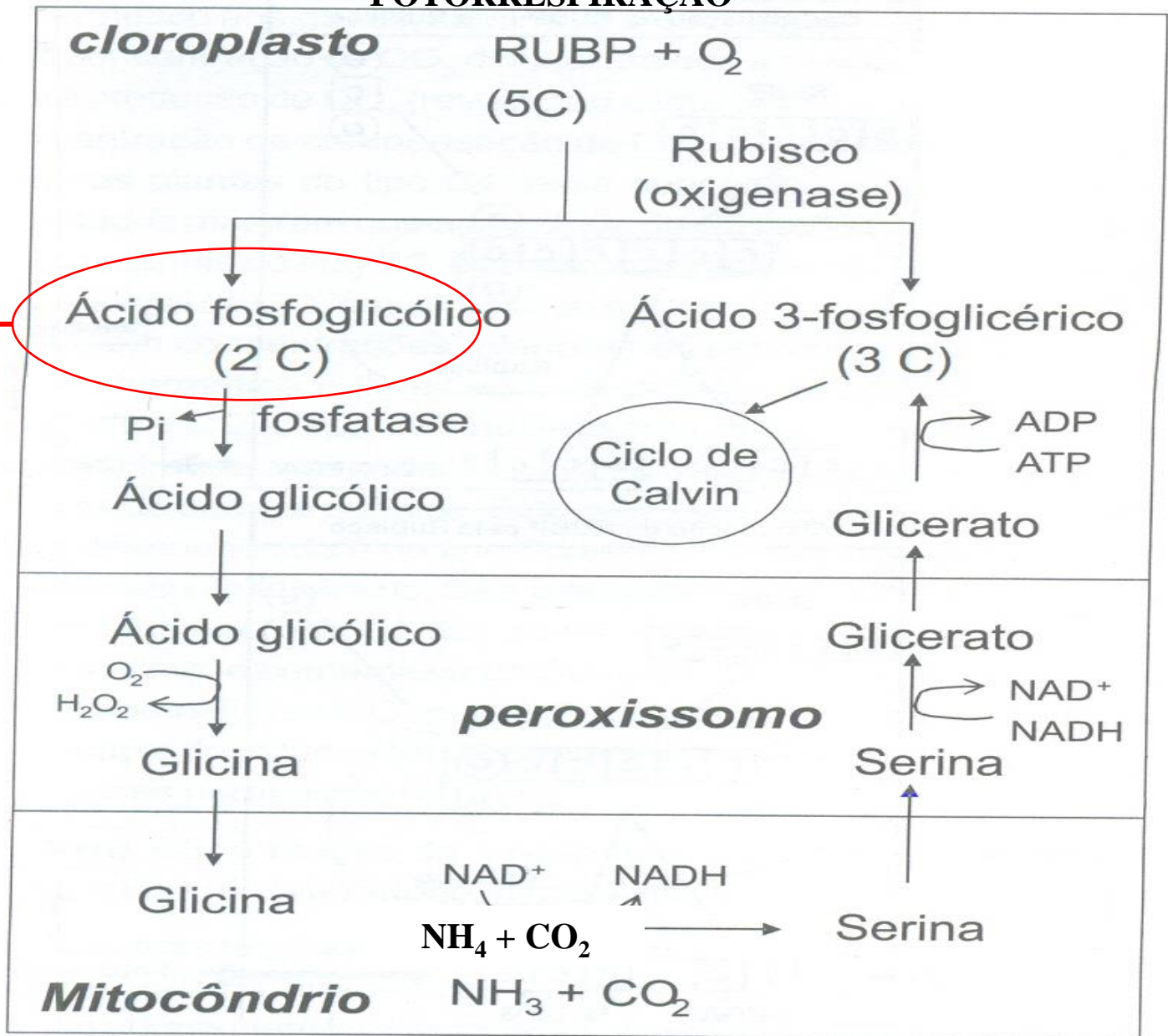


Figura 5.20. Esquema simplificado da fotorrespiração.

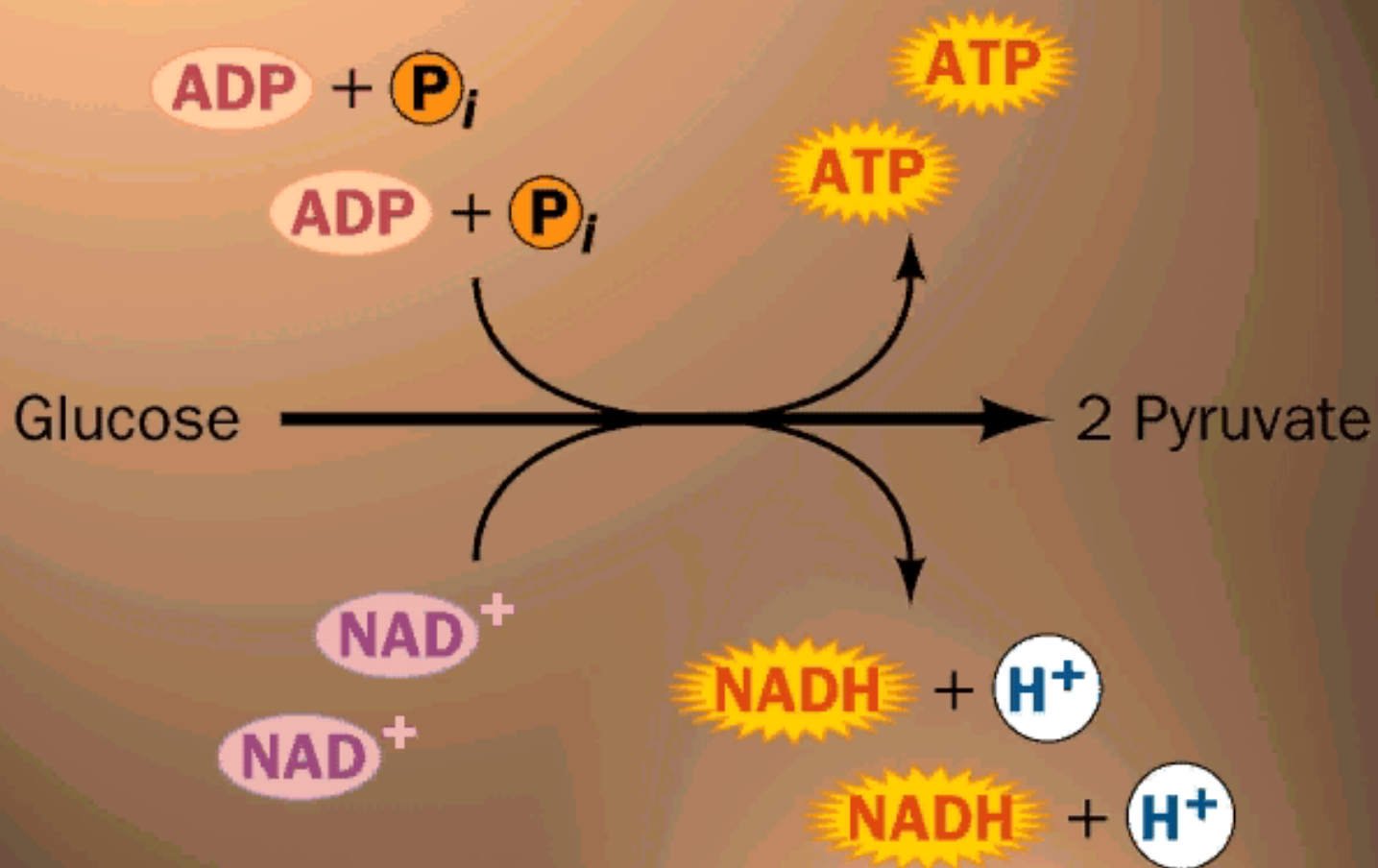
RESPIRAÇÃO CELULAR

FASE DA RESPIRAÇÃO AERÓBIA

1. GLICÓLISE

2. CICLO DE KREBS

3. CTE



Glycolysis

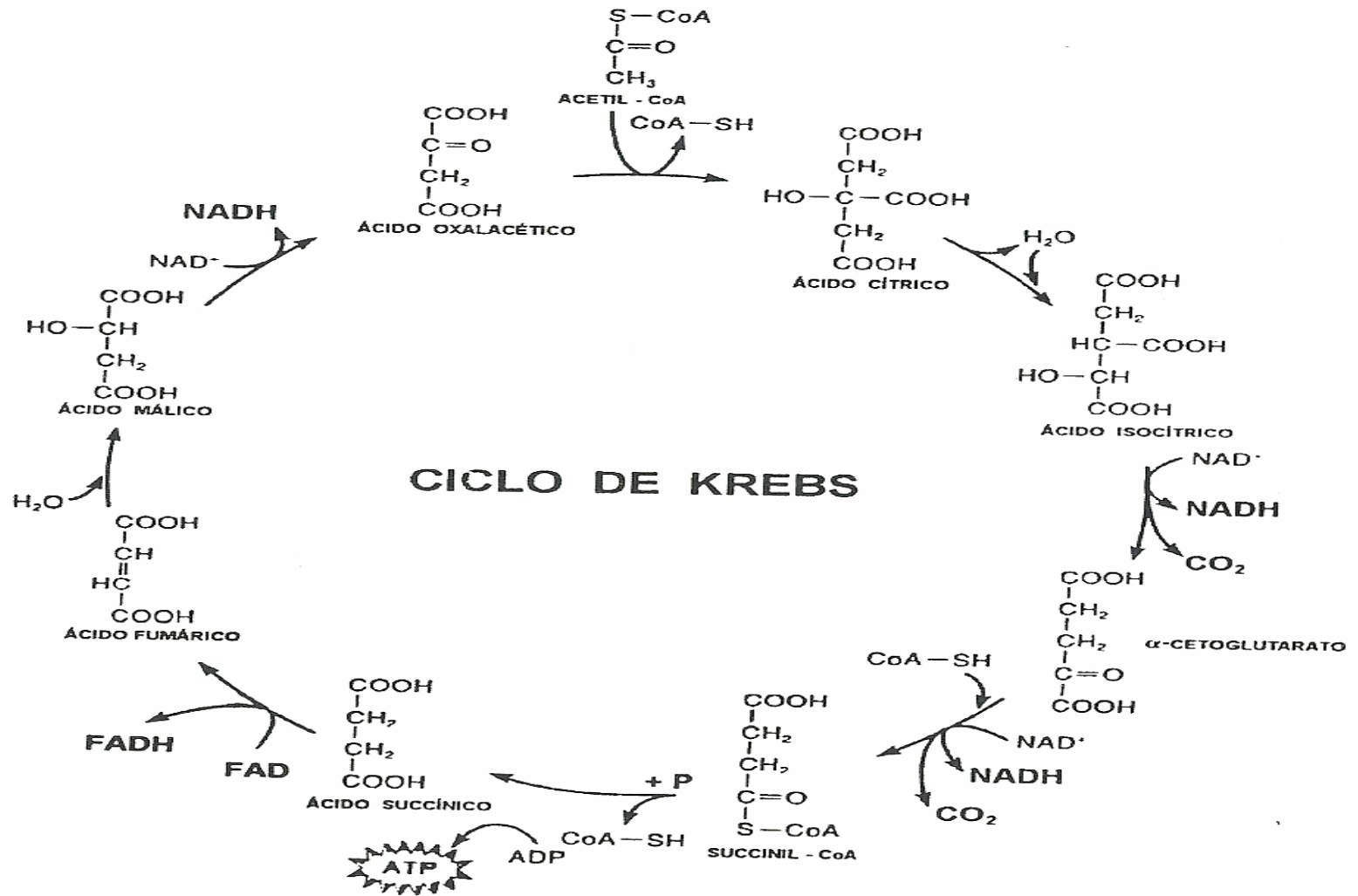
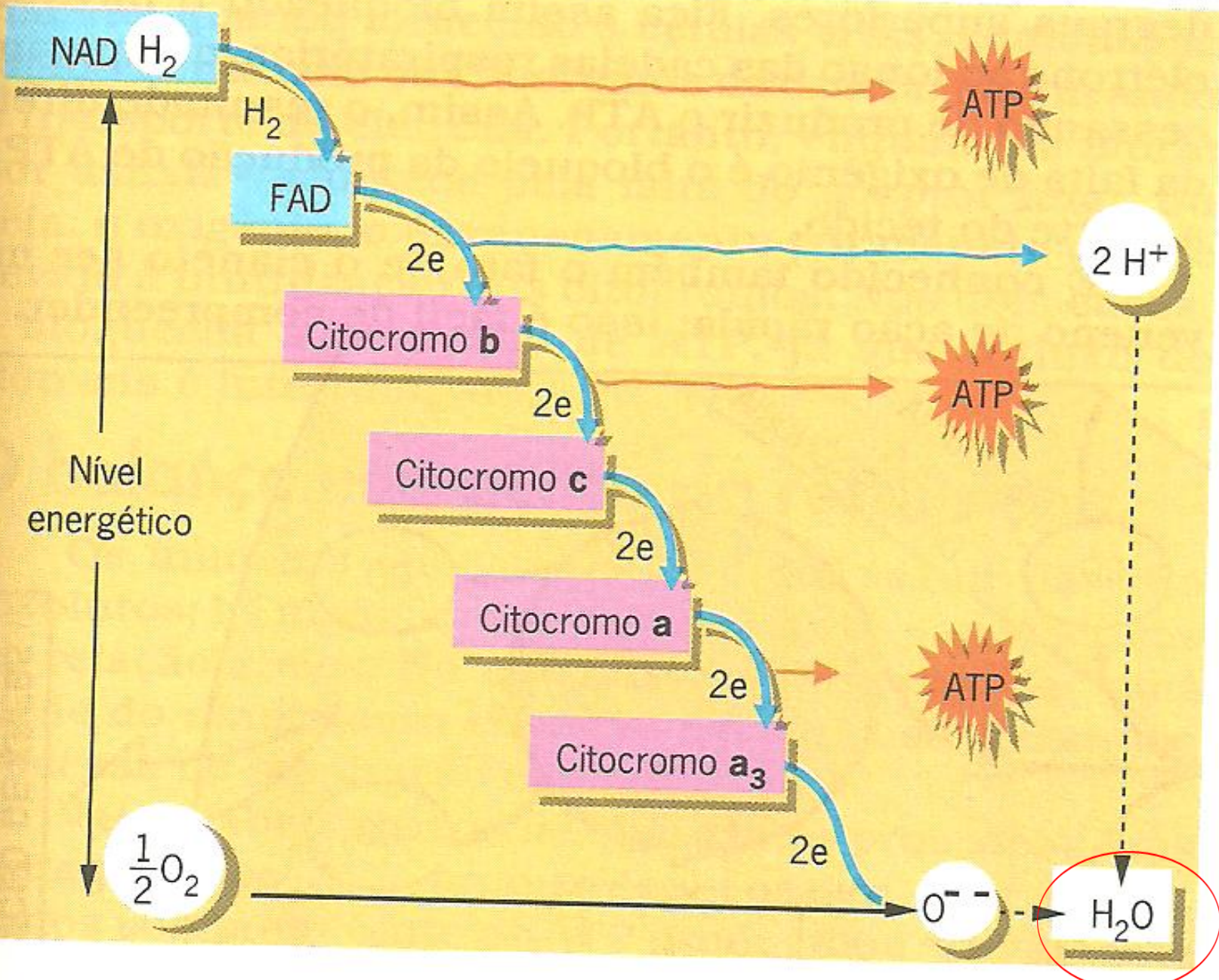


FIGURA 18: Esquema da Ciclo de Krebs.

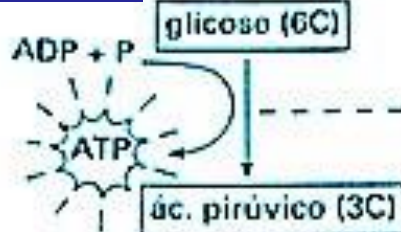


**QUALA
IMPORTÂNCIA
DO CICLO DE
KREBS?**

RESPIRAÇÃO CELULAR

HIALOPLASMA

GLICÓLISE

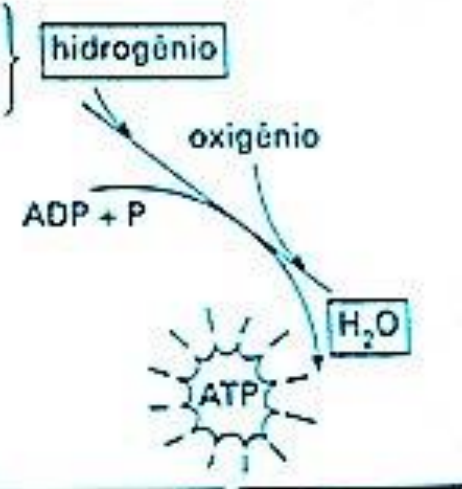
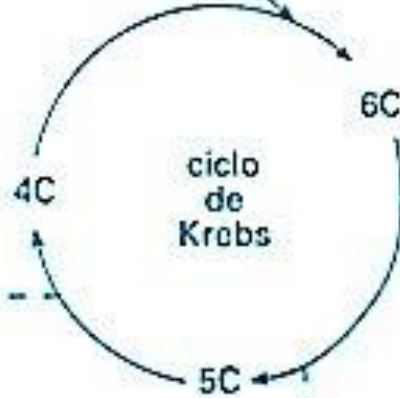


**SEM OXIGÊNIO
RESPIRAÇÃO ANAERÓBIA
FERMENTAÇÃO
“MENOS ENERGÉTICA”**

**MITOCÔNDRIA
MATRIZ**

CICLO DE KREBS

CO₂



CADEIA RESPIRATÓRIA

**MITOCÔNDRIA
CRISTAS**

A baixa quantidade de oxigênio do solo favorece o aparecimento de microrganismos anaeróbios, que produzem substâncias tóxicas que provocam a solubilidade de elementos indesejáveis para as plantas.

*O ataque de pragas e
doenças aumenta a
taxa respiratória e o
consumo de ATP...*

“A RESPIRAÇÃO é maior nas noites subseqüentes a dias com alta radiação solar..”

“Nos colmos, a taxa de RESPIRAÇÃO diminui gradativamente com sua maturação, porém com o crescimento da planta como um todo, a RESPIRAÇÃO tende a aumentar, em função do aumento da matéria seca.”

*A maioria dos nutrientes
contidos na solução do solo é
absorvida de forma ativa pelas
células, consumindo ATP.*

Qual a relação entre compactação do solo e energia disponível ?

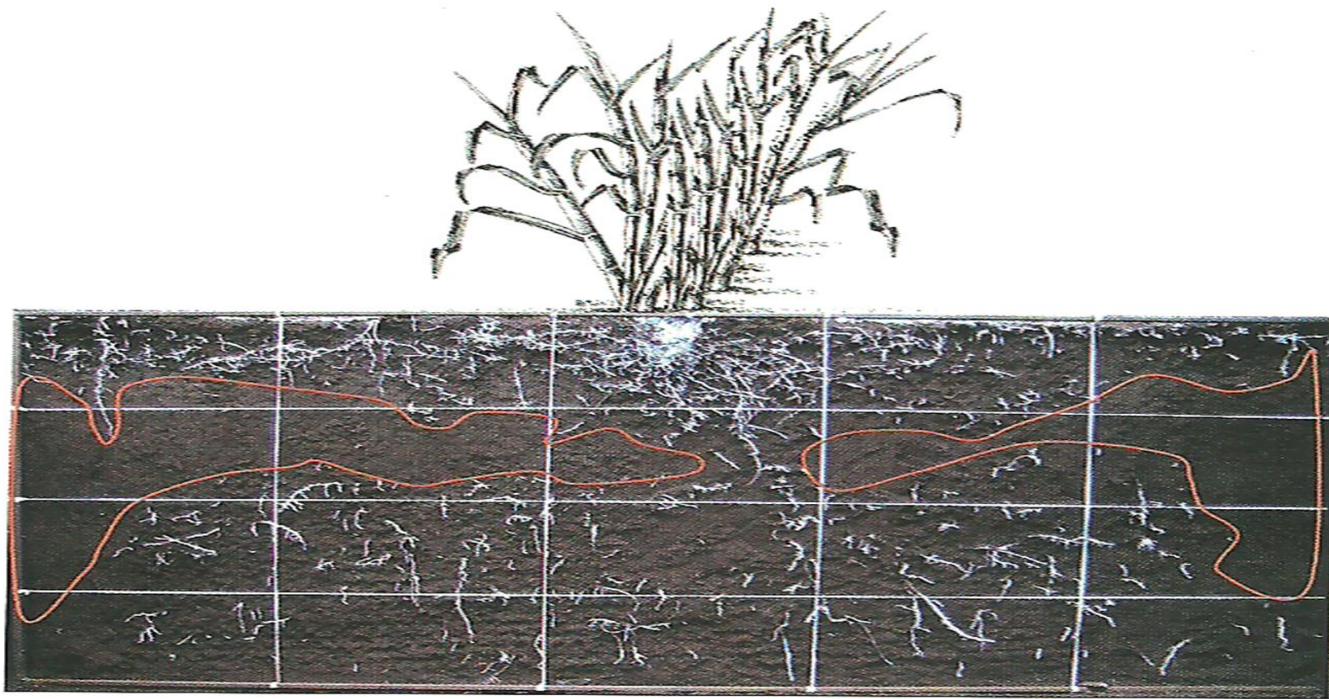


Figura 13. Distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar, com destaque para porções do perfil com densidade superior à crítica para o desenvolvimento radicular (Fonte: VASCONCELOS e DINARDO-MIRANDA, 2006).

Qual a relação entre compactação do solo e energia disponível ?

A COMPACTAÇÃO ou ALAGAMENTO comprometem o crescimento e desenvolvimento radicular, pois além de prejudicar o desenvolvimento dos “MAR”, afeta a respiração das raízes, gerando menos ATP.

Figura 13. Distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar, com destaque para porções do perfil com densidade superior à crítica para o desenvolvimento radicular (Fonte: VASCONCELOS e DINARDO-MIRANDA, 2006).

ROTAS METABÓLICAS

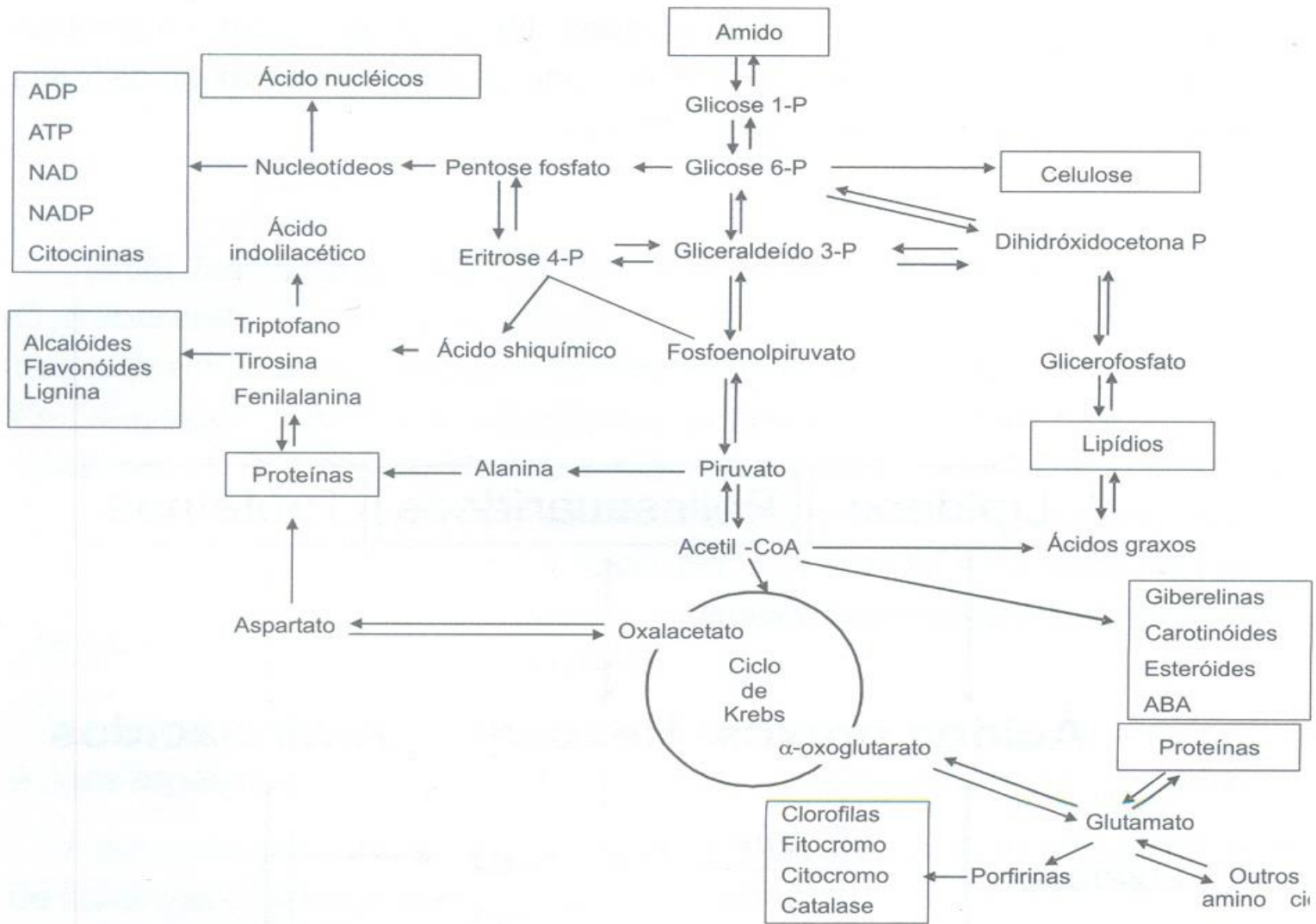


Figura 7.2. Formação de vários compostos a partir da cadeia respiratória (adaptado de Taiz & Zeiger, 2002)

CONSIDERAÇÕES

paulofigueiredo@dracena.unesp.br

(18) 99793-1392