



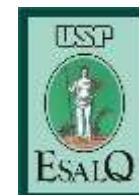
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE BIODIVERSIDADE
LEB0410 - Mudanças Climáticas e Agricultura
2º Semestre de 2017



Bases Biofísicas para Adaptação e Mitigação nos Cenários Futuros

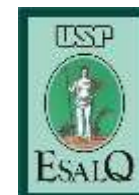
Prof. Fábio Marin

Outubro de 2017



Cenários Climáticos e Fisiologia das Culturas

- Tendências mais consistentes apontam para:
 - Aumento da temperatura do ar
 - Com aumento mais pronunciado na temperatura noturna
 - Redução no risco de geadas
 - Manutenção dos níveis de radiação solar
 - Aumento na frequência de eventos extremos
 - Incidência de veranicos (e ondas de calor associadas)
 - Ocorrência de chuvas intensas
 - Aumento na Concentração de CO₂
- Há ainda incerteza nas projeções de
 - Regime de chuva
 - Umidade e velocidade do vento



Efeitos do aumento de temperatura

- Fenologia – encurtamento de ciclo
- Consumo hídrico – aumento da demanda
- Mudança de janela de semeadura em ambientes frios
- Efeitos negativos no florescimento de espécies sensíveis (ex. café e citrus)
- Alteração no ciclo de pragas doenças e daninhas
- Aumento na taxa de respiração e mudança na taxa de fotossíntese bruta



Fotossíntese e Temperatura

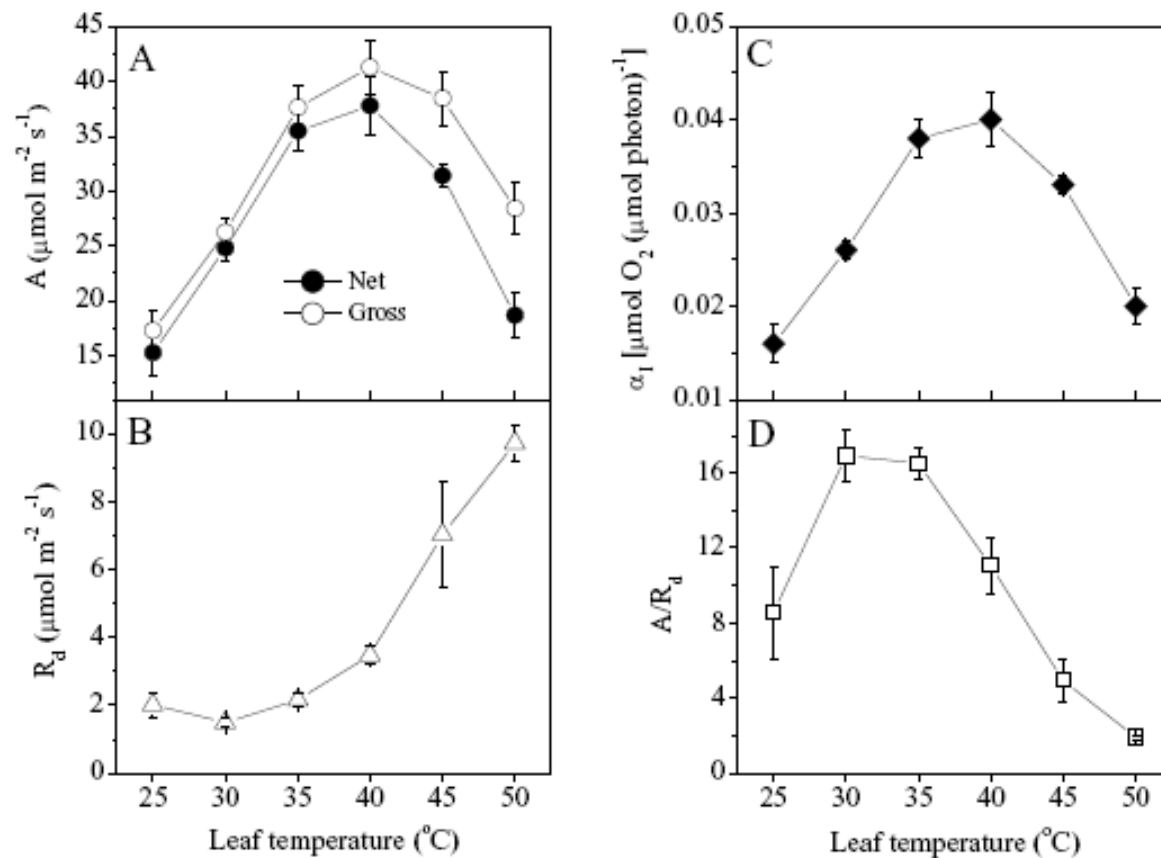
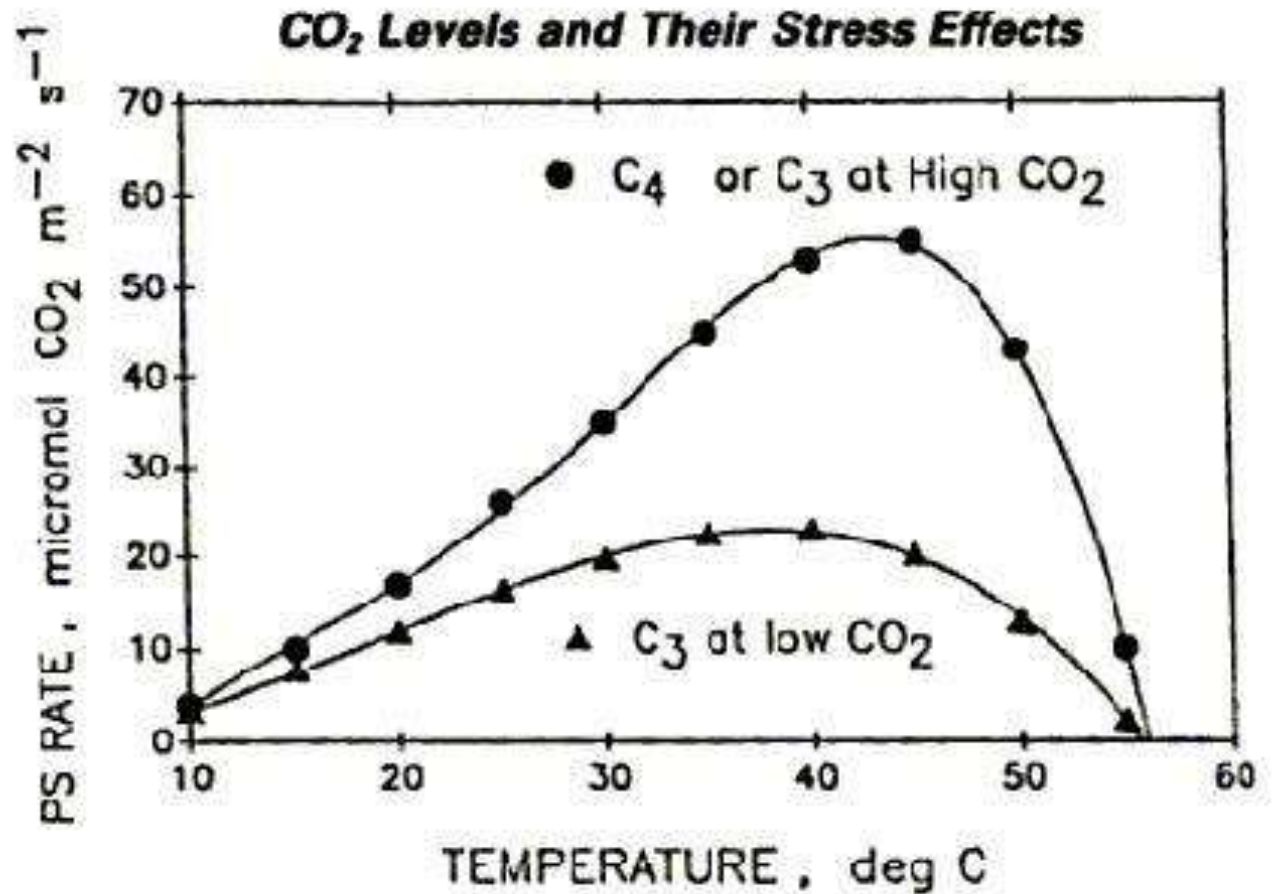


FIGURE 1 – Net and gross photosynthesis (A , A), dark respiration (R_d , B), instantaneous quantum efficiency of photosynthesis (α_i , C) and relationship between photosynthesis and respiration (A/R_d , D) as a function of leaf temperature in sweet orange leaf discs under non-photorespiratory condition. Gross photosynthesis refers to the sum of net photosynthesis and respiration. Each point represents the mean value ($n=5$) $\pm$ SE. Leaf discs were excised from plants grown under greenhouse conditions.

Fotossíntese e Temperatura



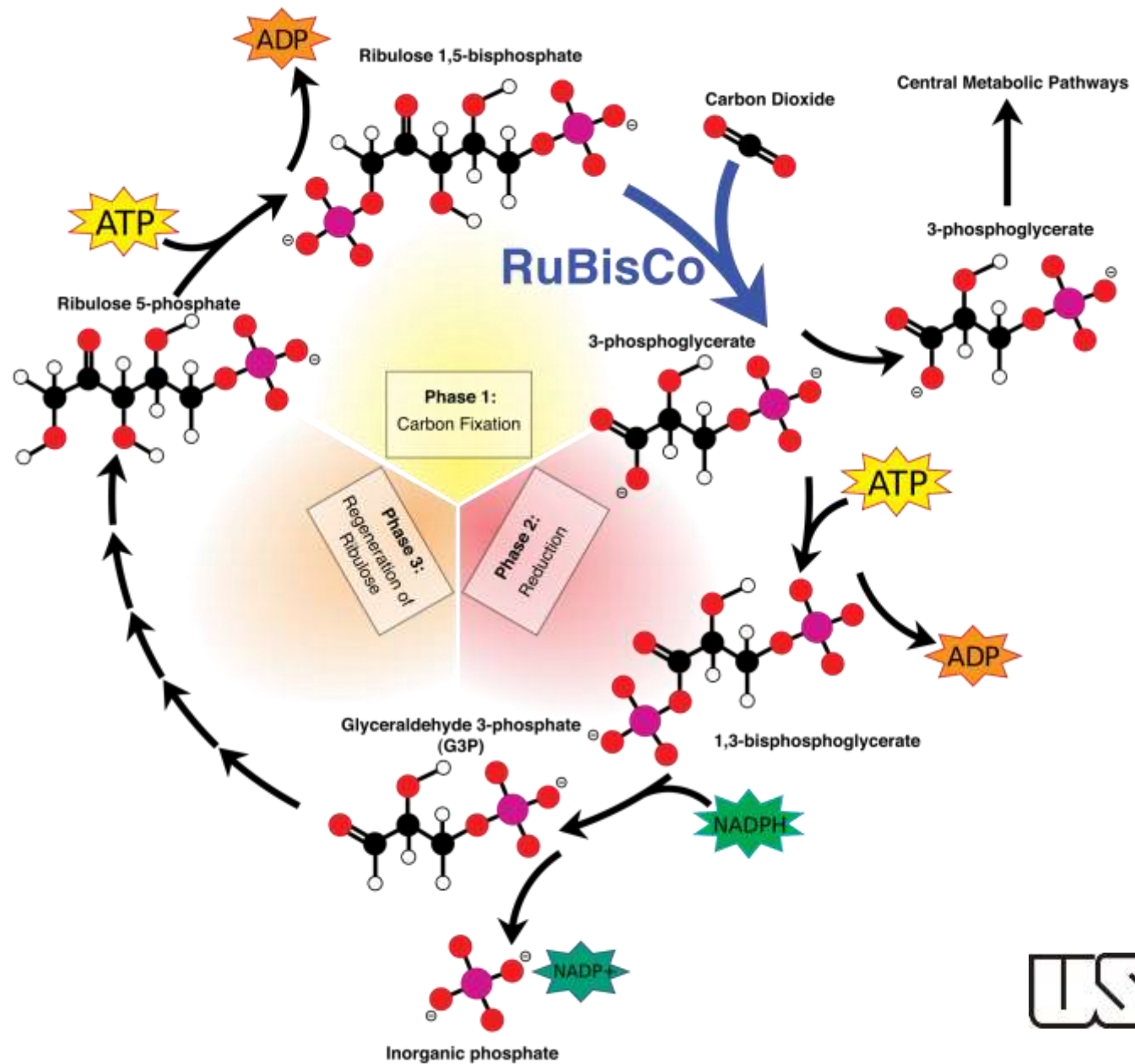
Photosynthetic rate versus temperature for C₃ and C₄ leaves.

Efeito da elevação na concentração de CO₂

- Ganho fotossintético nas culturas (e daninhas!) C₃;
- Ganho fotossintético moderado nas culturas (e daninhas!) C₄;
- Ganho na produtividade da água (eficiência de uso de água) das culturas (notadamente C₄ em condição de sequeiro)



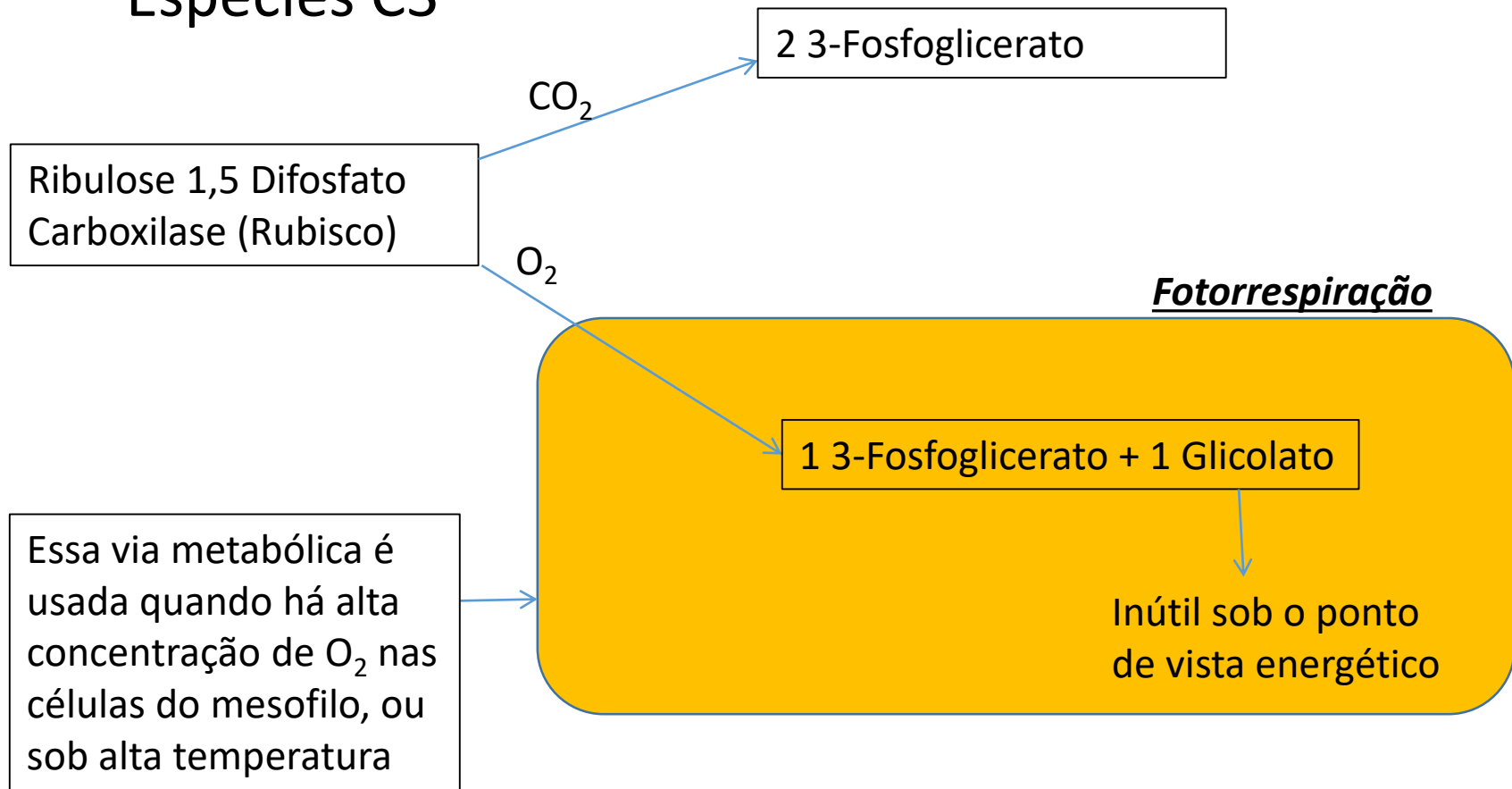
Relação CO2 X Fotossíntese: Ciclo de Calvin



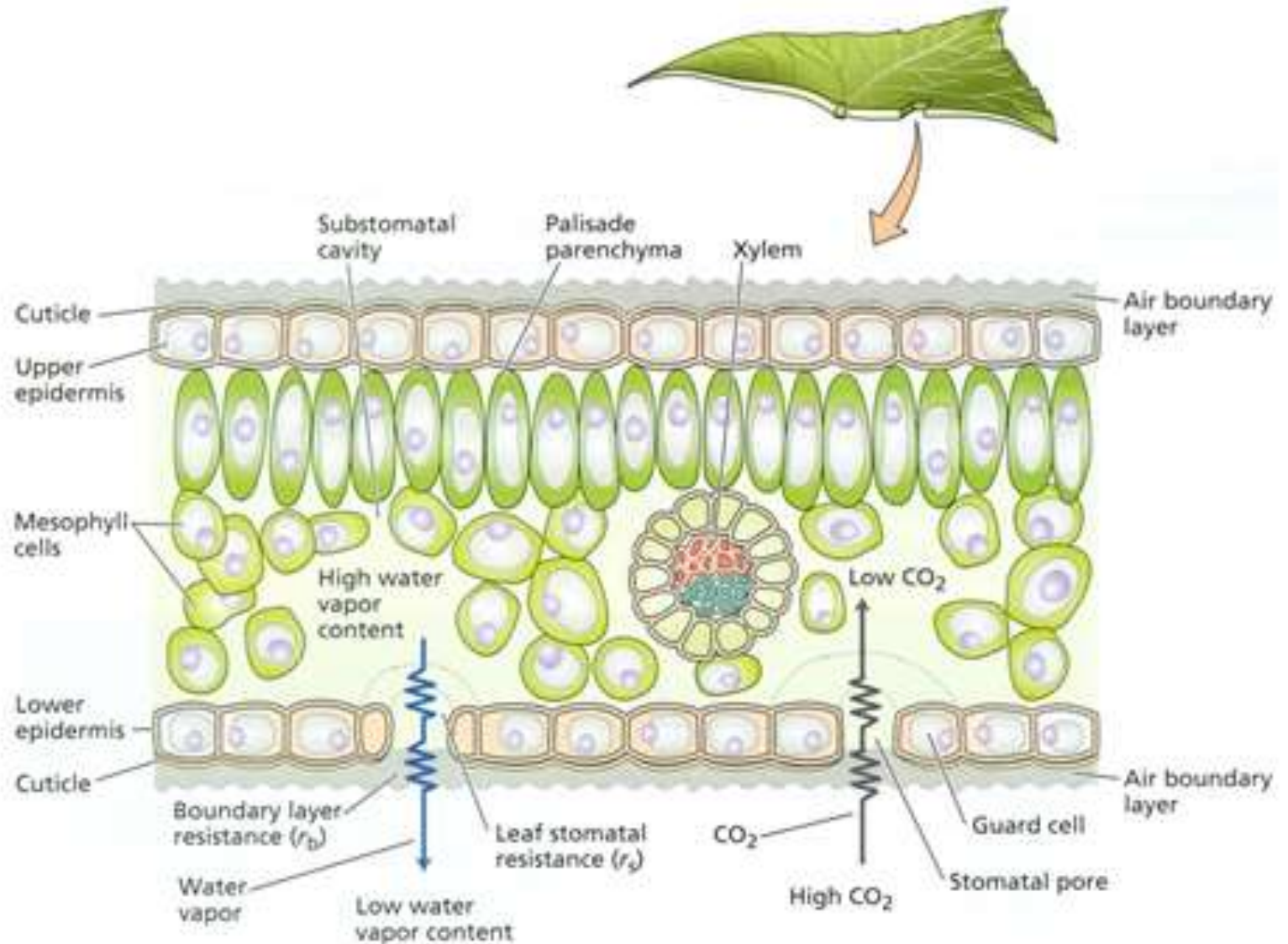
Mudança no Clima e a Produção Agrícola

Fotorrespiração

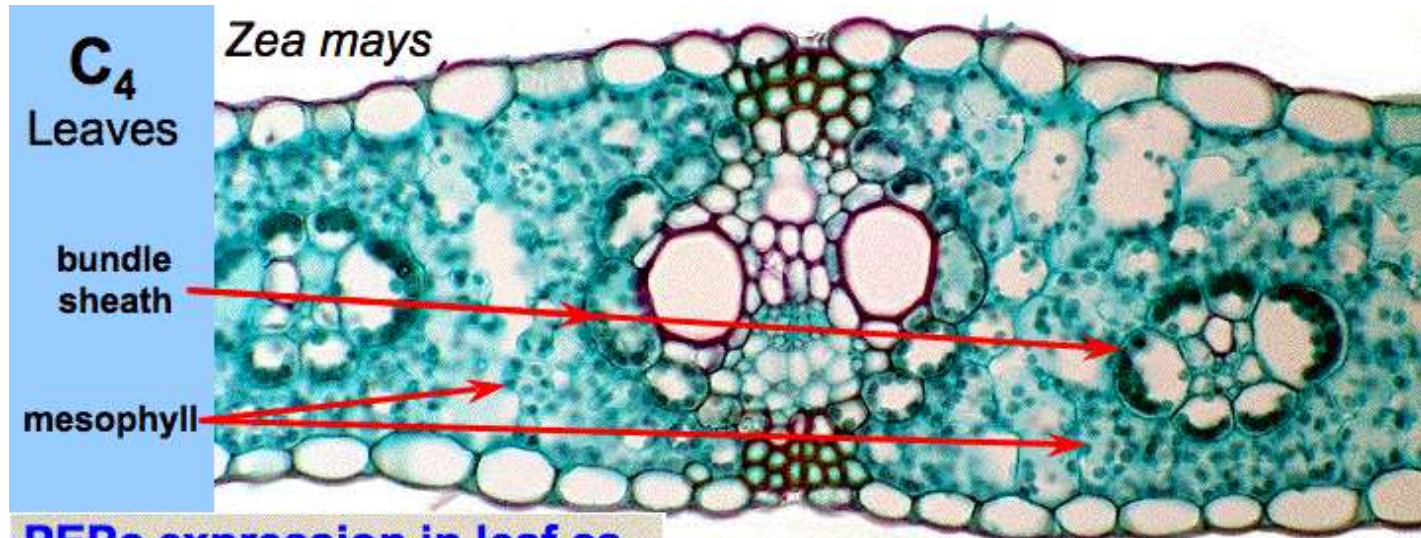
Espécies C3



Morfologia C4



Morfologia C4



PEPc expression in leaf cs



Flaveria bidentis

<http://www.uni-duesseldorf.de/home/Jahrbuch/2002/Grieshaber/Grafik/Grieshaber05.gif>

http://botit.botany.wisc.edu/images/130/Leaf/Zea_leaf_cross_section/Major_vein_MC.jpg

<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/flaveria-trinervia/imagenes/rama.jpg>

RubisCO expression in leaf cs

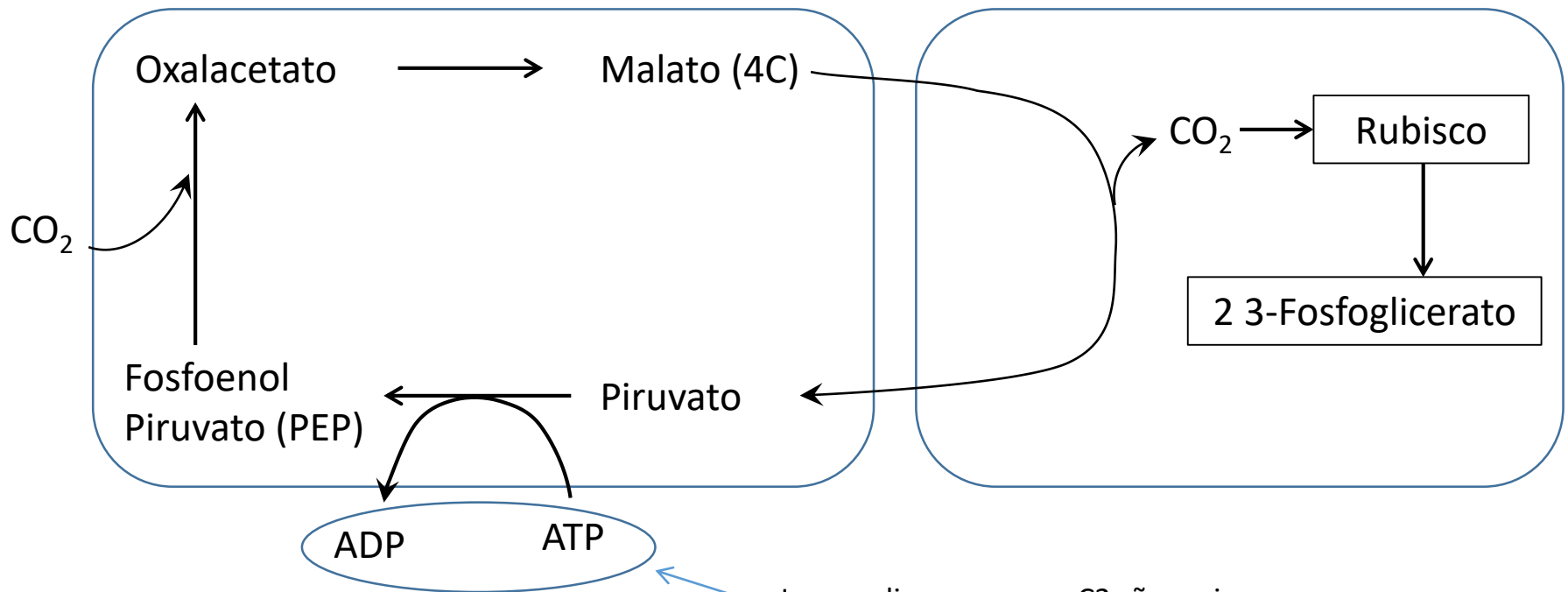


<http://wings.buffalo.edu/academic/department/fnsm/bio-sci/facultyart.GIFS/Berryart.gif>

Mudança no Clima e a Produção Agrícola

Ciclo C4

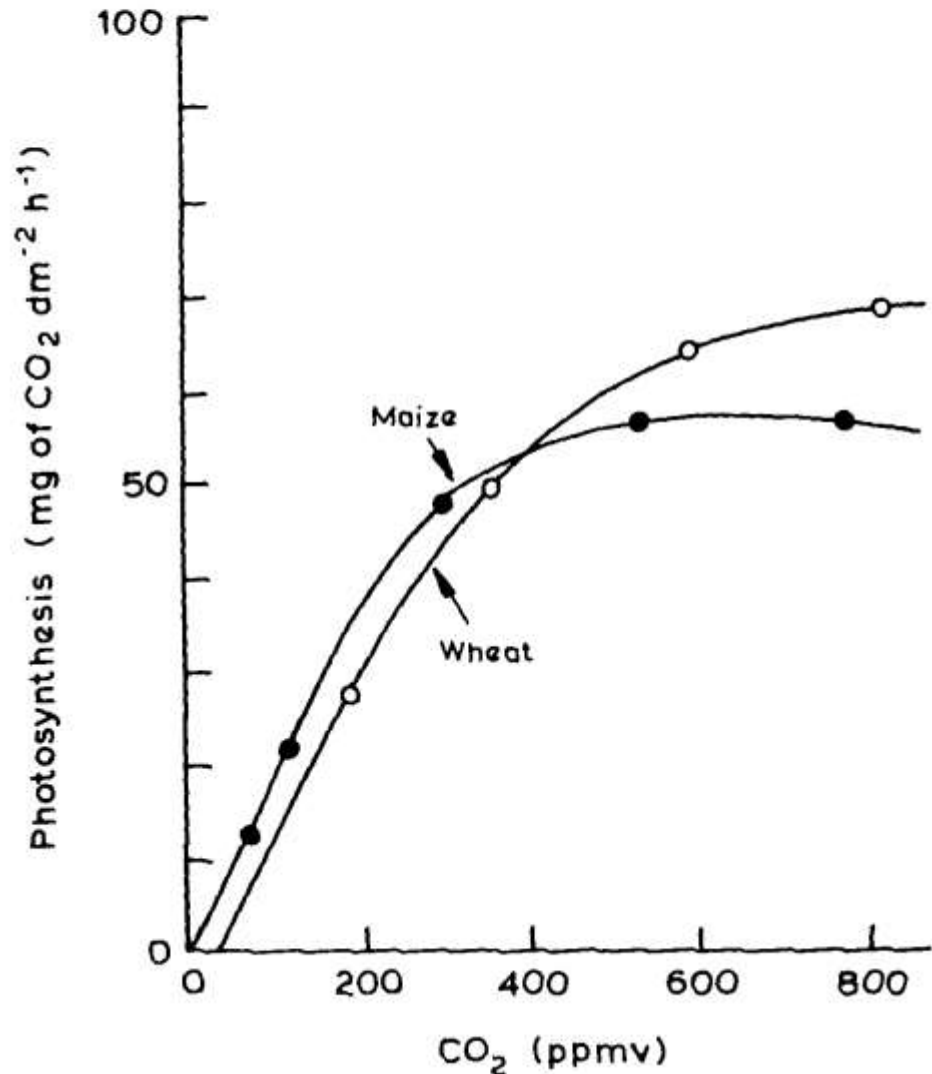
Espécies C4



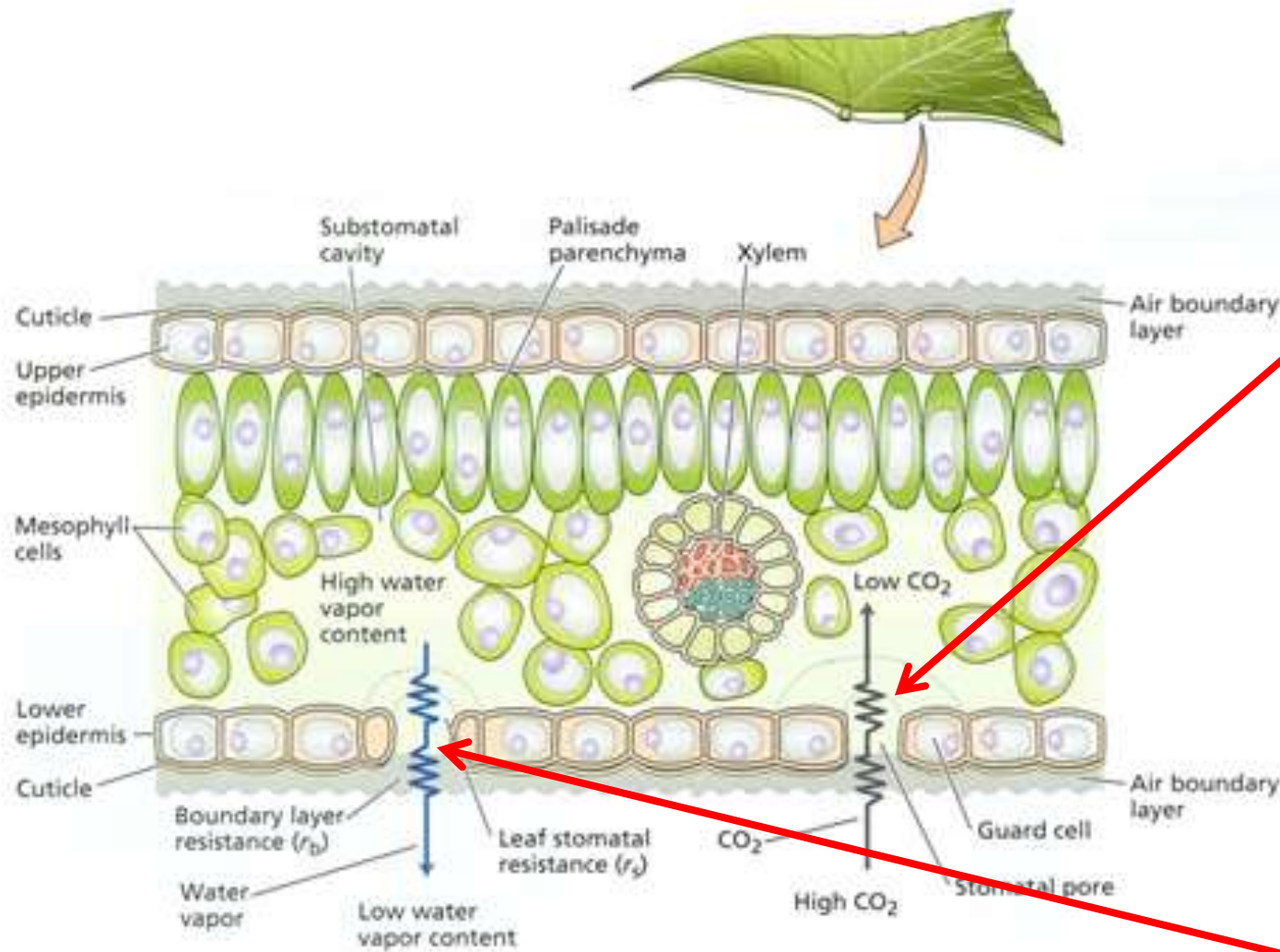
Isso explica porque as C3 são mais eficientes sob determinadas condições.

Fotossíntese e CO_2

Figure 4.1 Typical photosynthesis response of plants to CO_2 . Net photosynthesis of wheat is about $70 \text{ mg of CO}_2 \text{ dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$ compared with maize (about $55 \text{ mg of CO}_2 \text{ dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$) for equivalent light intensity ($0.4 \text{ cal cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$). Maize is saturated at a lower CO_2 concentration (c.450 ppmv) than wheat (c.850 ppmv). (Adapted from Akita and Moss, 1973).⁴



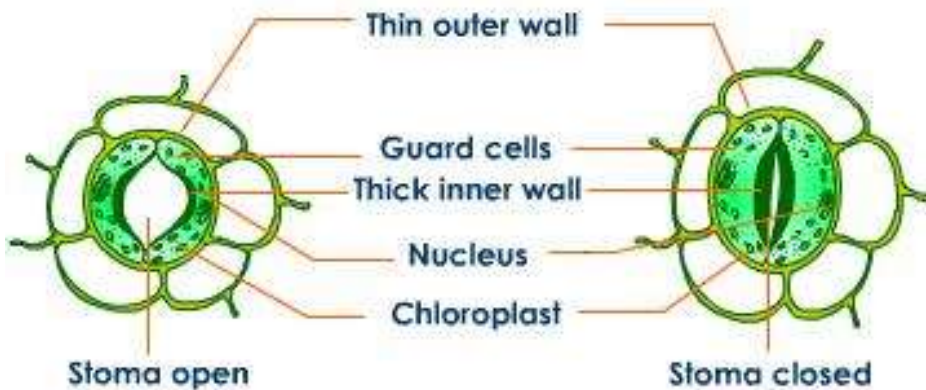
CO₂ e Abertura Estomática



Note que este gradiente é “motor” para o deslocamento do CO₂ para dentro o mesófilo. Se a diferença é grande, a célula pode fechar parcialmente os estômatos mantendo a mesma taxa de fluxo para dentro. Com isso, evita-se a perda de água.

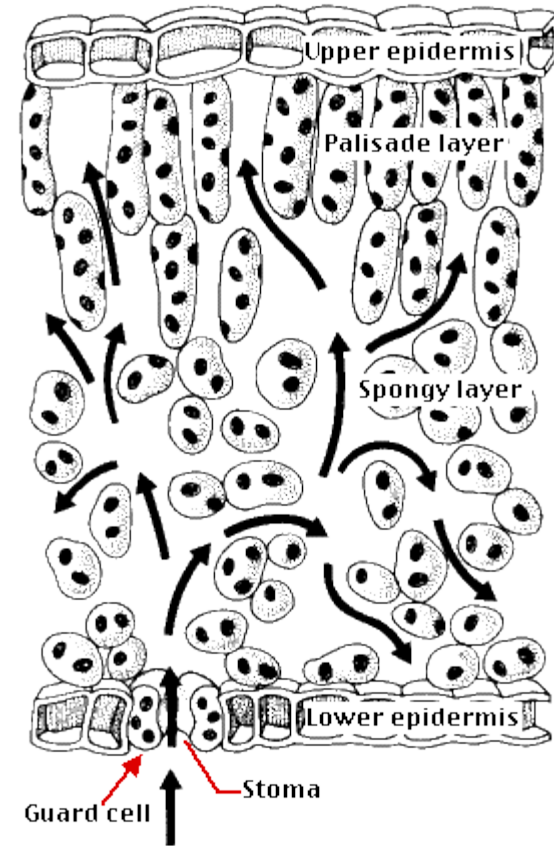
Regulação Estomática

- Três fatores principais controlam a abertura estomática:
 - 1) Radiação solar – fechamento no escuro;
 - 2) Estado hídrico das folhas – células guarda túrgidas tornam-se ovaladas e se abrem, permitindo a saída de vapor d'água e a entrada de CO₂;

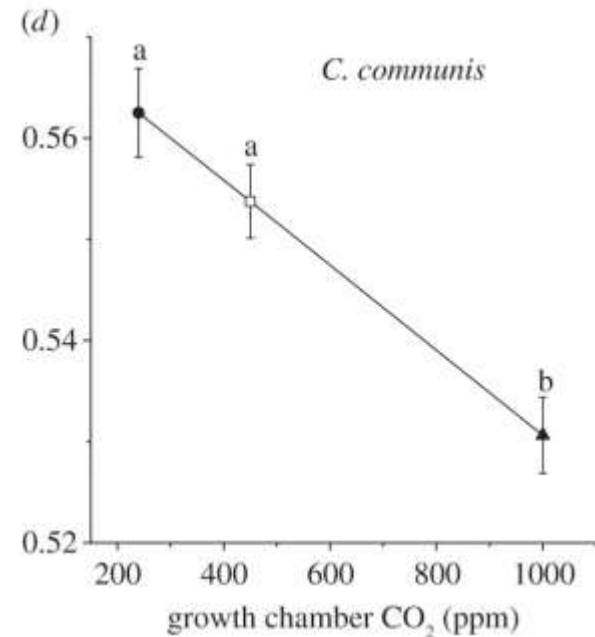
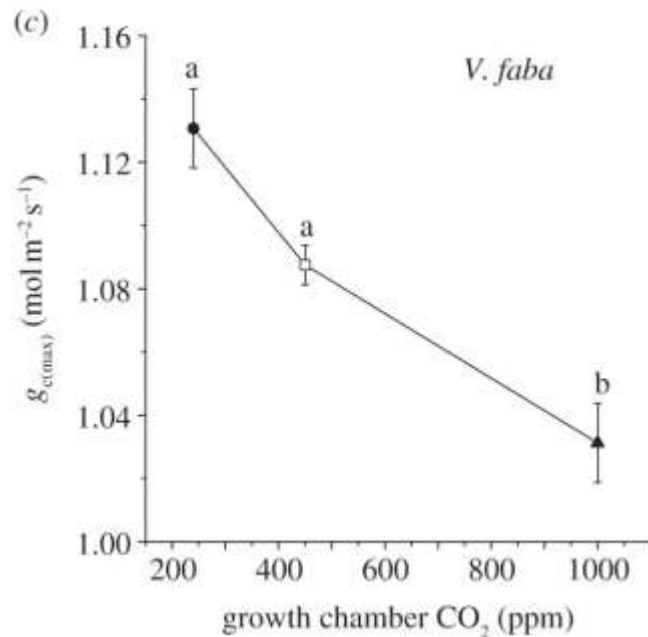
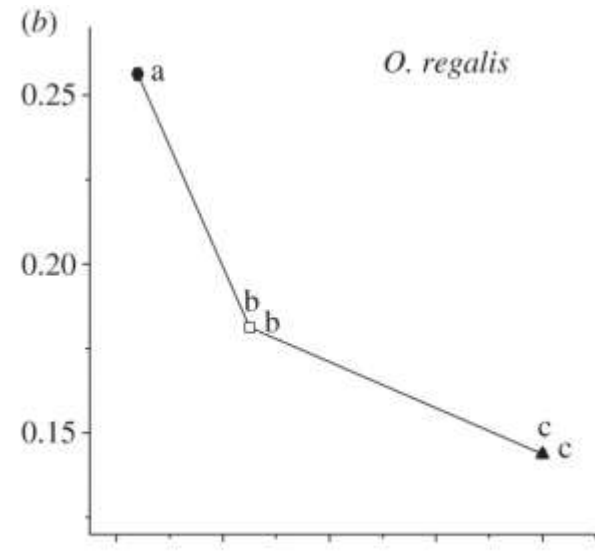
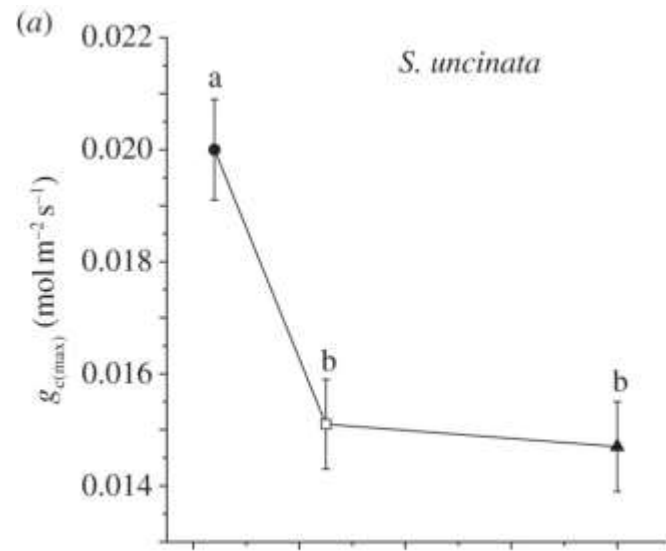


Regulação Estomática

- Concentração de CO₂ no ambiente
 - A queda na concentração de CO₂ interna desencadeia um caminho bioquímico que faz com que as células-guarda tornem-se túrgidas e reabram.
 - O fluxo de CO₂ é controlado pelo gradiente entre a atmosfera e o interior dos estômatos;
 - Com o aumento na concentração externa, o gradiente é mantido mesmo com o estômato relativamente fechado, permitindo a redução da perda de água sem redução na taxa fotossintética.

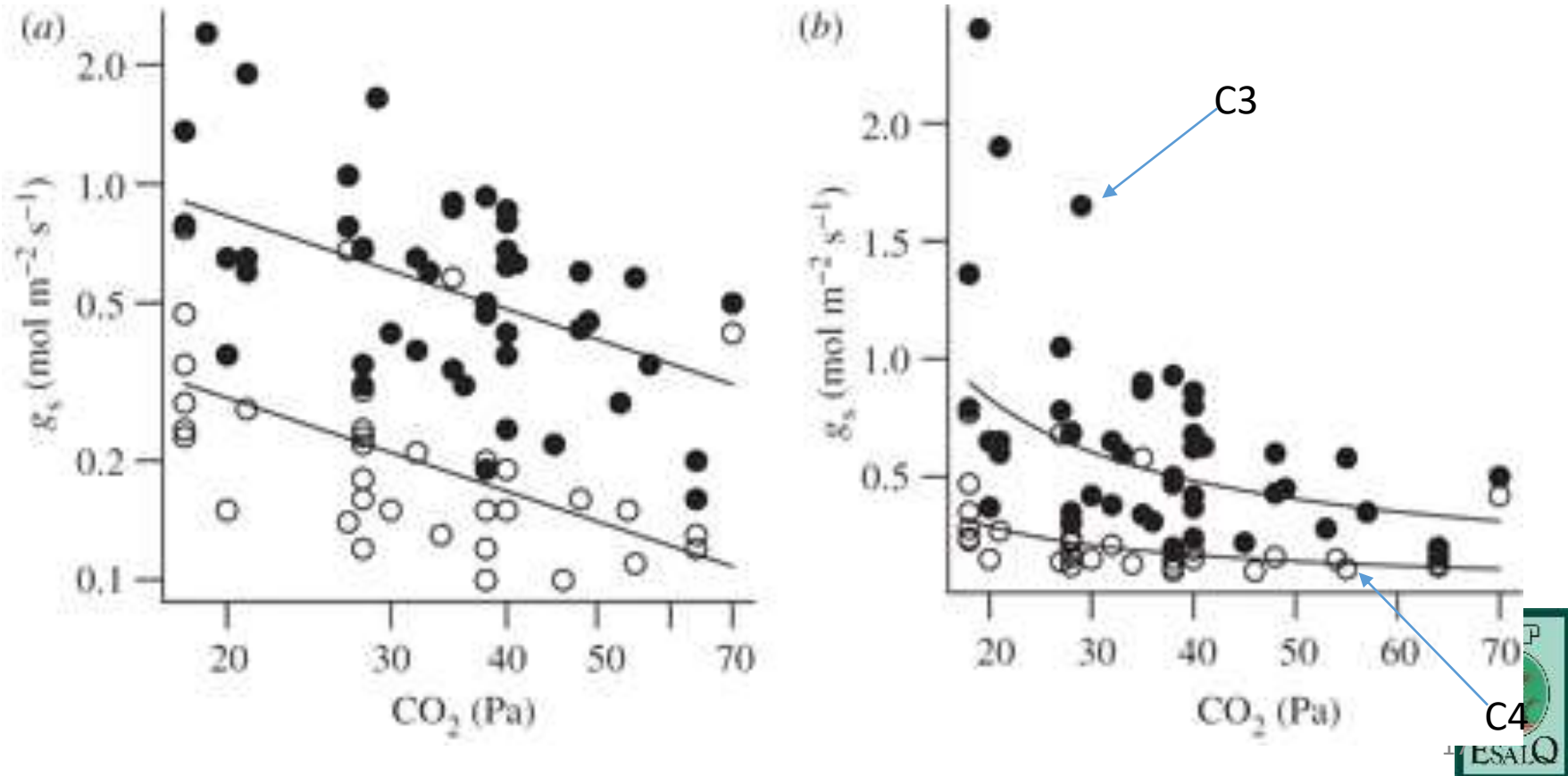


CO₂ e Abertura Estomática



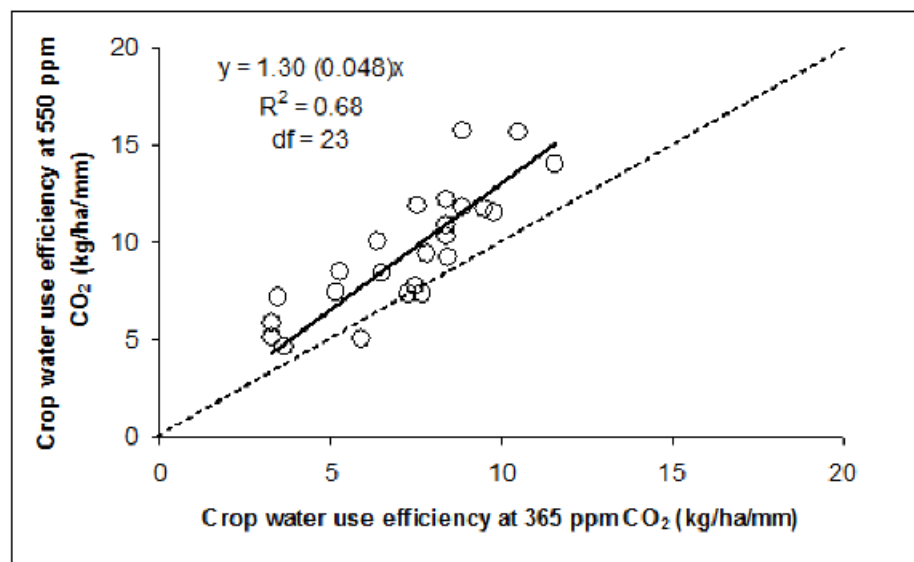
CO₂ e Abertura Estomática

Stomatal conductance (g_s) for the leaves of C₃ and C₄ plants grown and measured under a range of different CO₂ partial pressures, with an emphasis on experiments investigating the effects of CO₂ below the current ambient level of approximately 40 Pa (data sources: [30,62–65]; electronic supplementary material). The data compilation is based on literature searches for studies reporting the leaf gas exchange of plants under sub-ambient CO₂. However, values for elevated CO₂ were included when they were reported as part of the same CO₂-gradient studies. The fitted curve for the C₃ species is $\ln(g_s) = 2.16 - 0.78 \ln(\text{CO}_2)$, and for the C₄ is $\ln(g_s) = 1.10 - 0.78 \ln(\text{CO}_2)$. Data and curves are shown on (a) log and (b) linear plots to illustrate relative and absolute sensitivity to CO₂, respectively. The fitted curves produce effect sizes for g_s at elevated CO₂ in C₃ and C₄ grasses that fall within confidence intervals of previous meta-analyses [66,67]. Filled circles, C₃; open circles, C₄.



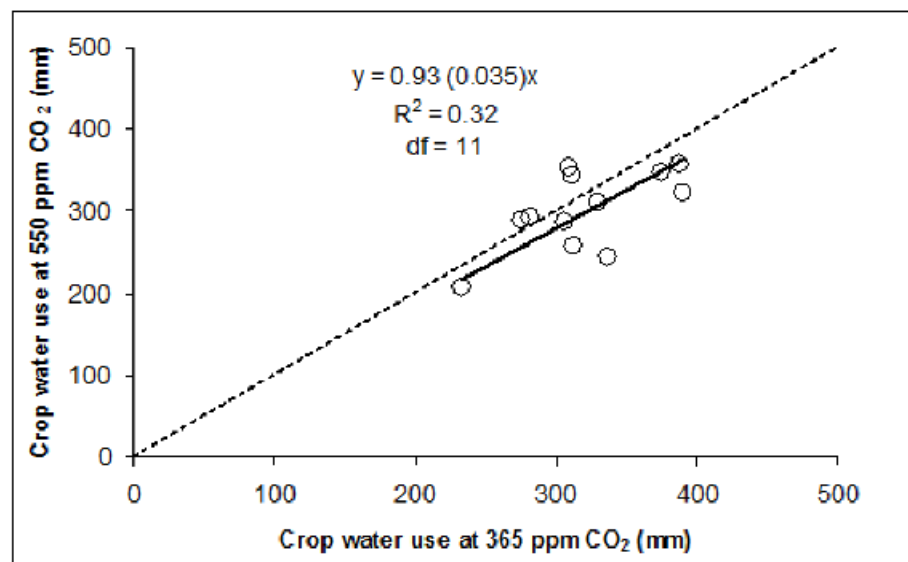
Relação - CO₂ X Produtividade da água

Produtividade da Água



Comparison of water use efficiency response under elevated CO₂ compared to daytime ambient conditions (365 ppm) of wheat (cv. Yitpi) showing significant ($P < 0.05$) mean increase in water use efficiency (30%) against the 1:1 unity dashed line. Standard error of linear coefficient shown in parentheses.

Consumo Hídrico



Comparison of water use response under elevated CO₂ compared to daytime ambient conditions (365 ppm) of wheat (cv. yitpi) showing significant ($P < 0.10$) mean decrease in water use (7%) against the 1:1 unity dashed line. Standard error of linear coefficient shown in parentheses.

Leitura Sugerida para a Segunda Avaliação

- **Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: Fisiologia, conjuntura e cenário futuro**

Disponível em: <http://www.agriambi.com.br/revista/v17n02/v17n02a15.pdf>

