



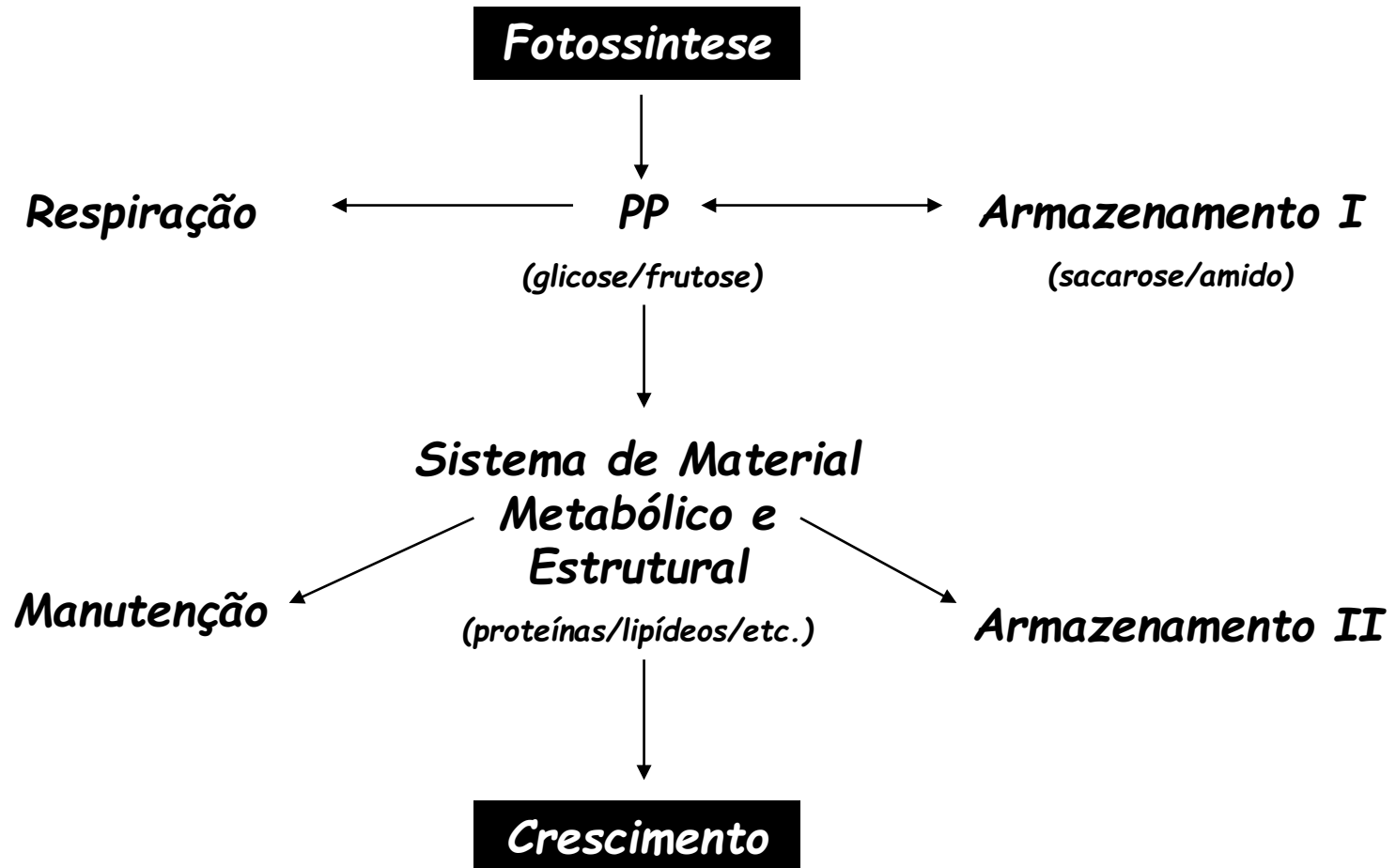
*UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS
LEB 306 – Meteorologia Agrícola
1º Semestre de 2017 – Prof Fábio Marin*



Influência do Clima na Bioconversão Vegetal – Parte II

Deficiência Hídrica

Crescimento de Plantas Cultivadas



Fluxo de matéria e energia, a partir da fotossíntese. Fonte: Benincasa, 2003

Crescimento de Plantas Cultivadas

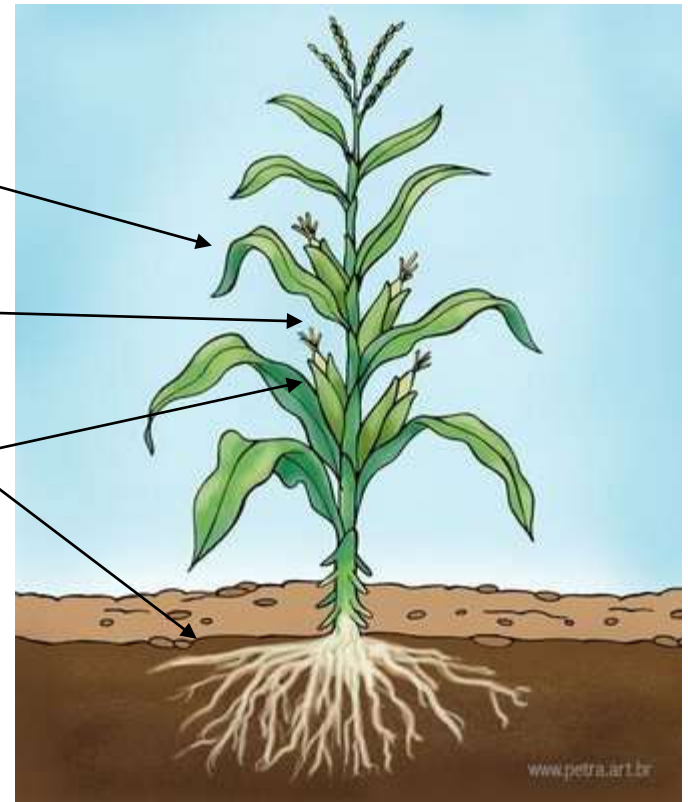
➤ Crescimento de plantas pelo aumento de fitomassa:

✓ Sítios de Produção de Metabólitos:

✓ Sítios de Consumo de Metabólitos:

✓ Sítios de Acumulação de Metabólitos:

Metabólitos: primários e secundários



Crescimento de Plantas Cultivadas

Metabólitos: primários e secundários

- **Metabolismo primário:** conjunto de processos metabólicos que desempenham uma função essencial no vegetal, tais como a fotossíntese, a respiração e o transporte de solutos. Os compostos envolvidos no metabolismo primário possuem uma distribuição universal nas plantas. Esse é o caso dos aminoácidos, dos nucleotídeos, dos lipídios, carboidratos e da clorofila.
- **Metabolismo secundário:** origina compostos que não possuem uma distribuição universal, pois não são necessários para todas as plantas. Como consequência prática, esses compostos podem ser utilizados em estudos taxonômicos. Ex.: terpenos, compostos fenólicos e alcalóides.

Crescimento de Plantas Cultivadas

- Níveis de controle do crescimento e desenvolvimento vegetal:
- ✓ Controle Intracelular ou Genético: atividade celular depende da ação gênica para a síntese protéica e enzimática.
- ✓ Controle Intercelular ou Hormonal: promovem, retardam ou inibem processos fisiológicos e morfológicos (ex.: Algumas classes de hormônios vegetais → Auxinas, Giberelinas e Citocininas (promotores), o Etileno (ligado a senescência), Ácido abscísico (Inibidor).
- ✓ Controle Extracelular ou Ambiental (abiótico - elementos e fatores climáticos e edáficos; bióticos)

Interpretação fisiológica das diferentes fases do crescimento - Curva de Crescimento:

a) Inicialmente a planta depende das reservas da semente para a produção dos diferentes órgãos componentes. O espaço ainda não foi ocupado pelas plantas. Cada nova folha formada contribui para maior interceptação da luz. Não há sombreamento mútuo (folhas) e a contribuição das poucas folhas é semelhante. A taxa de crescimento relativa é constante e a cultura é principalmente vegetativa, caracterizando a fase exponencial.

b) Com o desenvolvimento do sistema radicular e expansão das folhas, a planta retira água e nutrientes do substrato em que se desenvolve e inicia os processos anabólicos dependentes da fotossíntese. As folhas serão gradualmente auto-sombreadas, aumenta o índice de área foliar (IAF), passando a uma fase de crescimento linear, com o maior incremento na taxa de matéria seca. Quando água e nutrientes não são limitantes, o IAF poderá facilmente exceder o seu ótimo sem, contudo, significar maior aumento em fitomassa.

c) Ao atingir o tamanho definitivo, a planta entra para a fase de senescência, diminuindo o IAF, com menor interceptação da energia luminosa, resultando em decréscimo no acúmulo de matéria seca, com a translocação desta para os órgãos de reservas, e conseqüente degeneração do sistema fotossintético.

Curva Padrão de Crescimento de Plantas

O crescimento das células e de órgãos individuais seguiria um modelo exponencial caso não houvesse certas limitações no crescimento. Com isso, a curva que melhor expressa o crescimento é a sigmóidal.

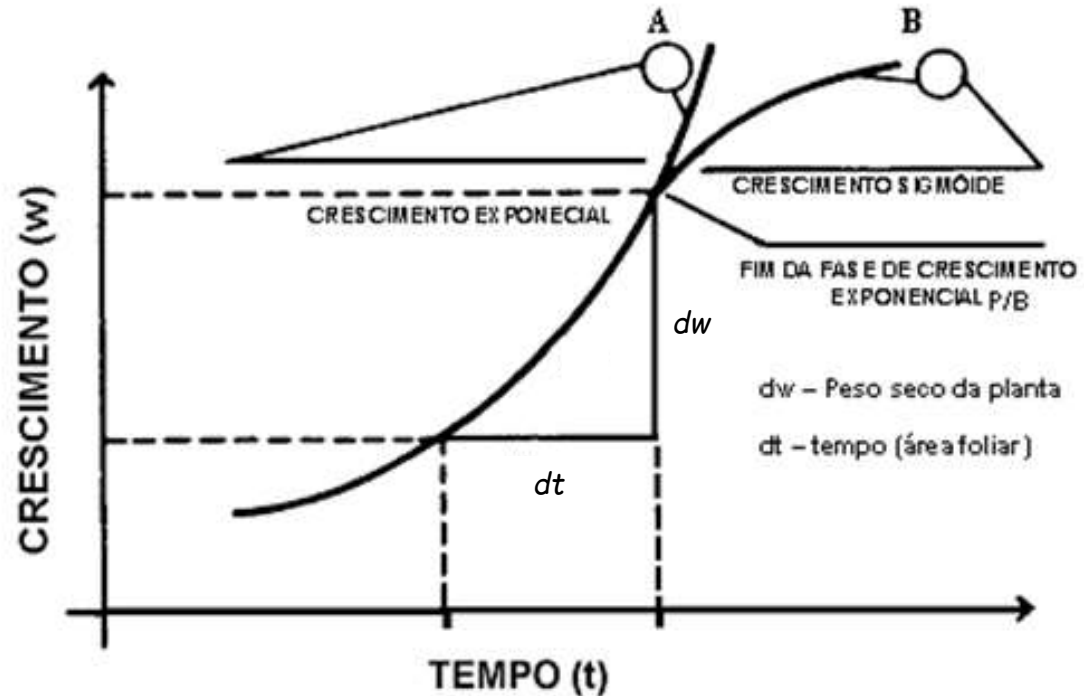


Figura 3 Padrões de crescimento em planta: exponencial (A) e sigmóide (B). (Reis e Muller, 1987).

Segundo Lucchesi (1987), uma cultura anual em condições ecológicas adequadas, ocupa no período de crescimento, em termos de percentagem, 10% para germinar, 6% para emergir, 51% no grande período de crescimento (fase linear), 15% para a reprodução, 18% na maturação até a colheita

Entendendo a Curva de Crescimento

$$\frac{\Delta W}{\Delta t} = Y(Fb - M \cdot W)$$

$\frac{\Delta W}{\Delta t}$ - taxa de produção de biomassa

Y – eficiência de conversão bioquímica (razão entre o substrato disponível e o massa vegetal efetivamente produzida), dependente da composição química da espécie;

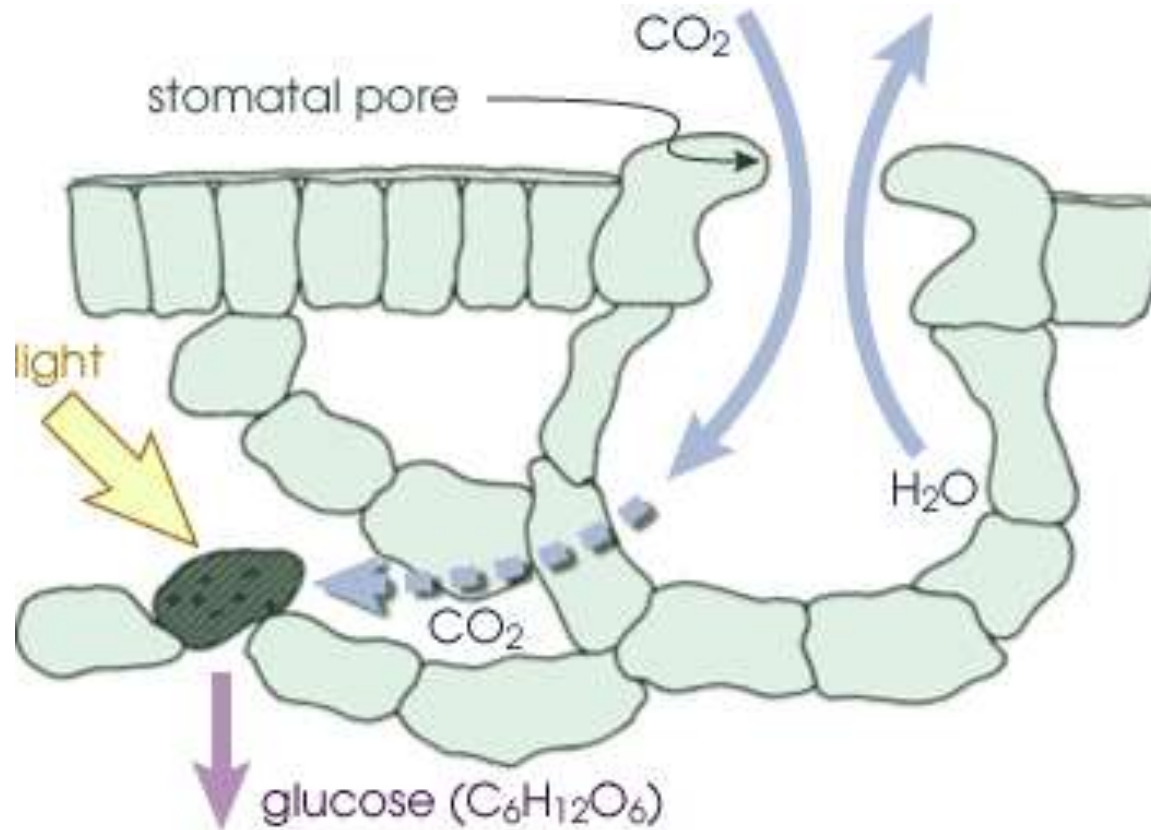
FB – fotossíntese Bruta;

M – coeficiente representando a respiração de manutenção, dependente da espécie e do ambiente no qual se desenvolveu.

W – biomassa total da planta.

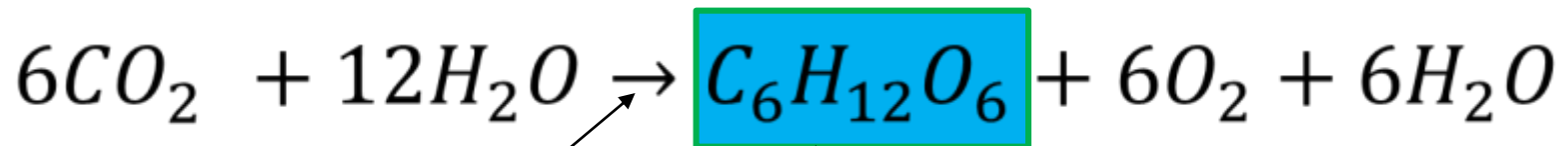
$$Fb = f(T, RS, [CO_2], \text{espécie})$$

Relembrando o caminho do CO₂



Eficiência de Conversão (Y)

- Fotossíntese:



Radiação

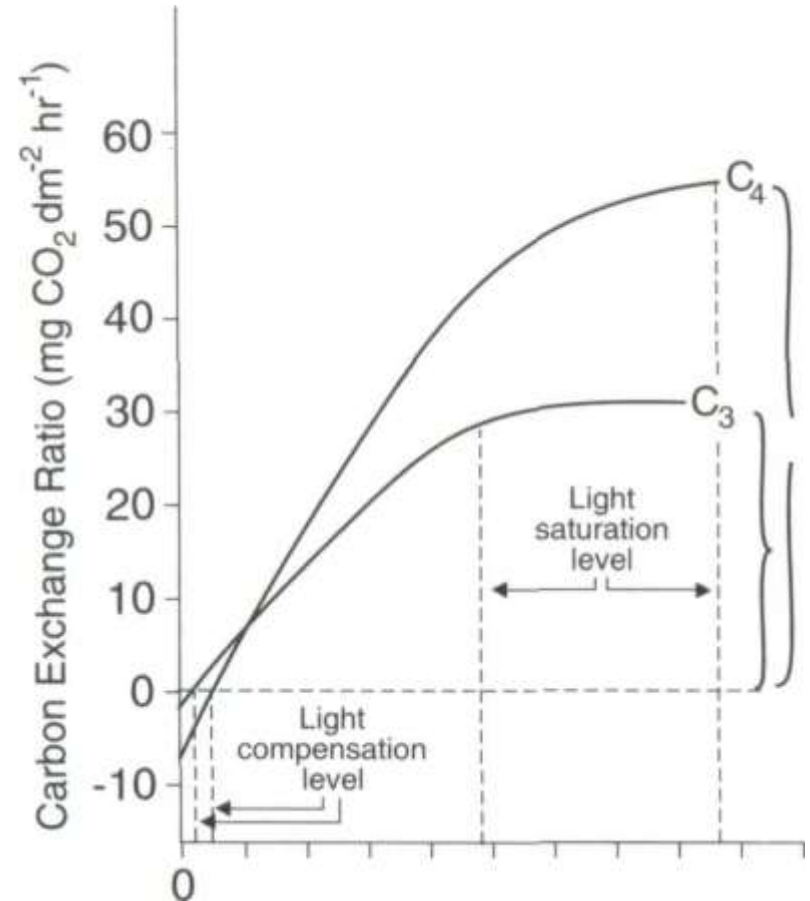
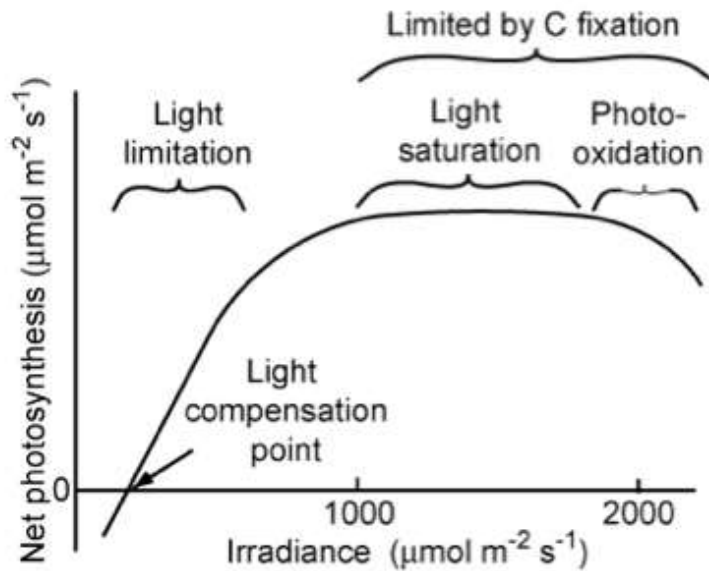
1g de $C_6H_{12}O_6$:

0,404g de Proteínas
0,33g de Lipídeos
0,472g de Lignina
0,826g de Carboidrato estrutural
1,104g de Ácidos Orgânicos

1 t de Cana-de-Açúcar =
0,86 t de Feijão
ou
0,85 t de Amendoim

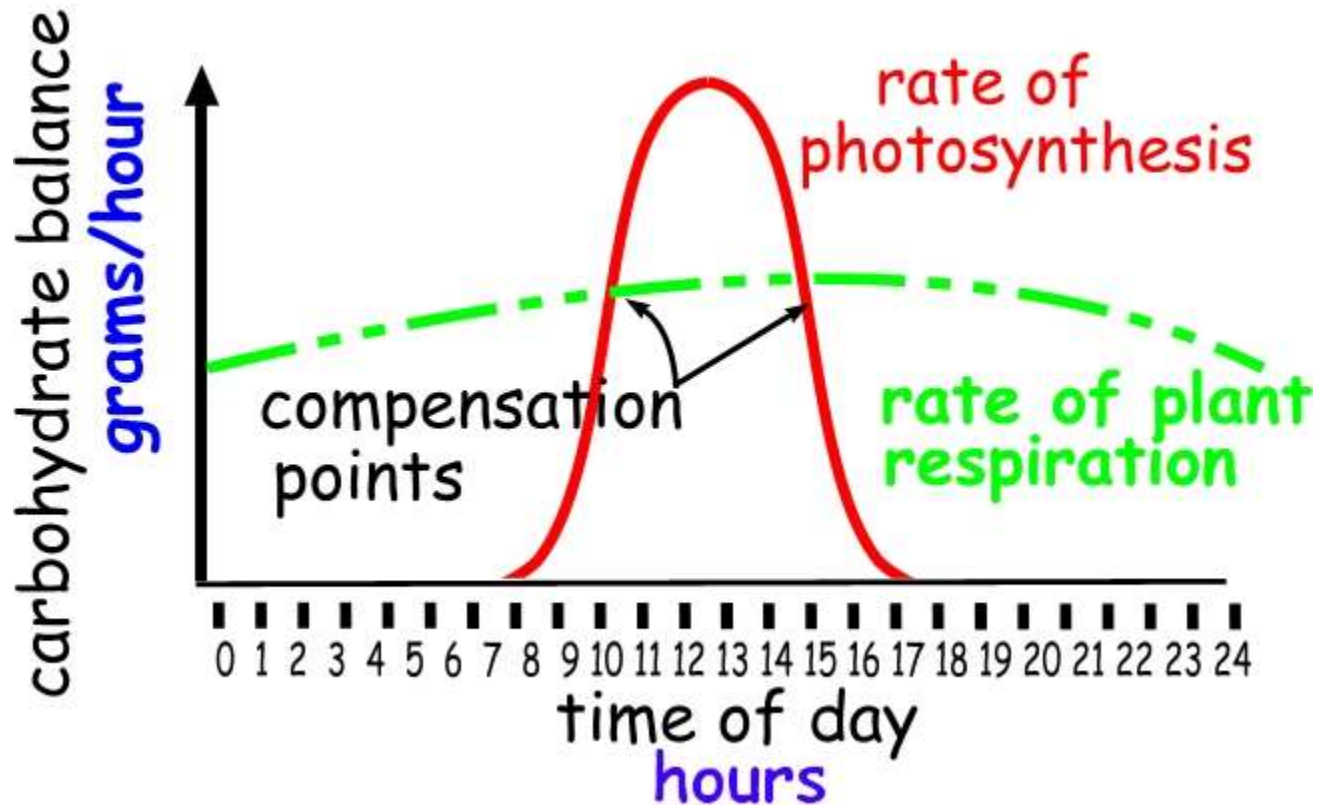
Produção Vegetal X Radiação Solar

Resposta à Radiação

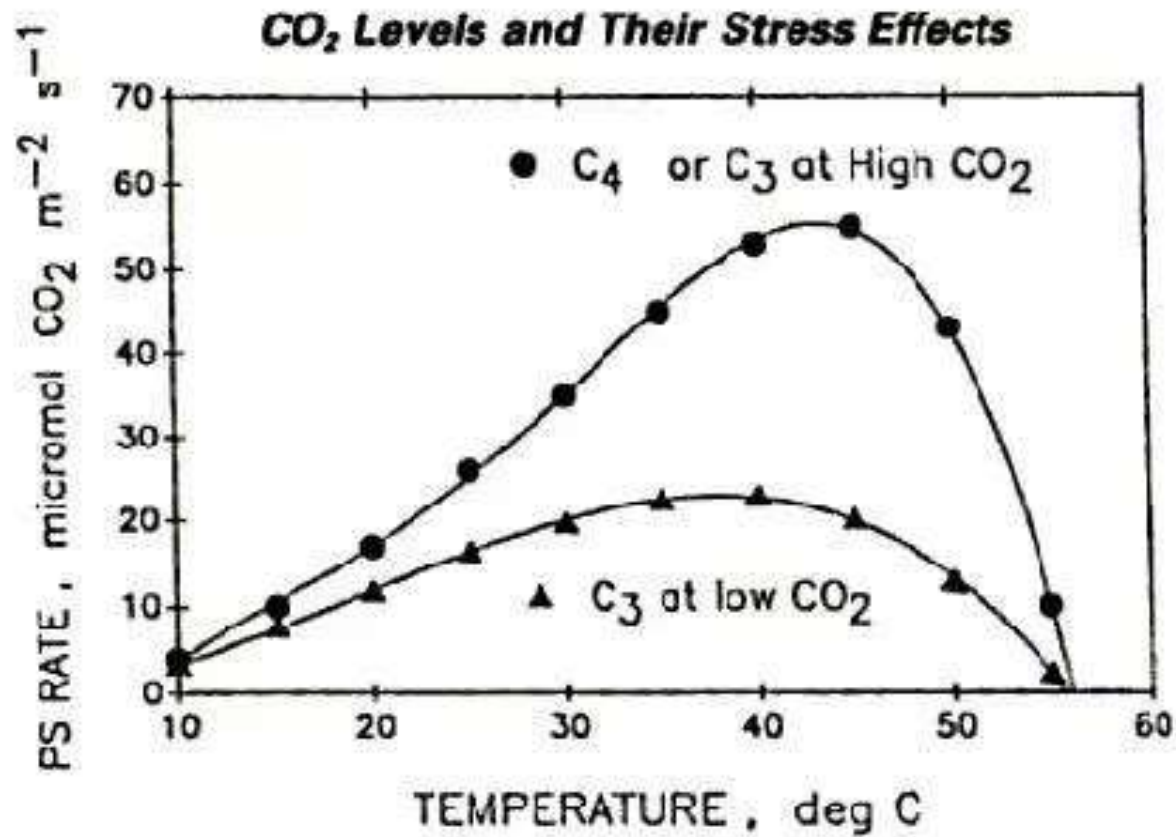


Resposta à Radiação em diferentes espécies

Produção Vegetal X Radiação Solar



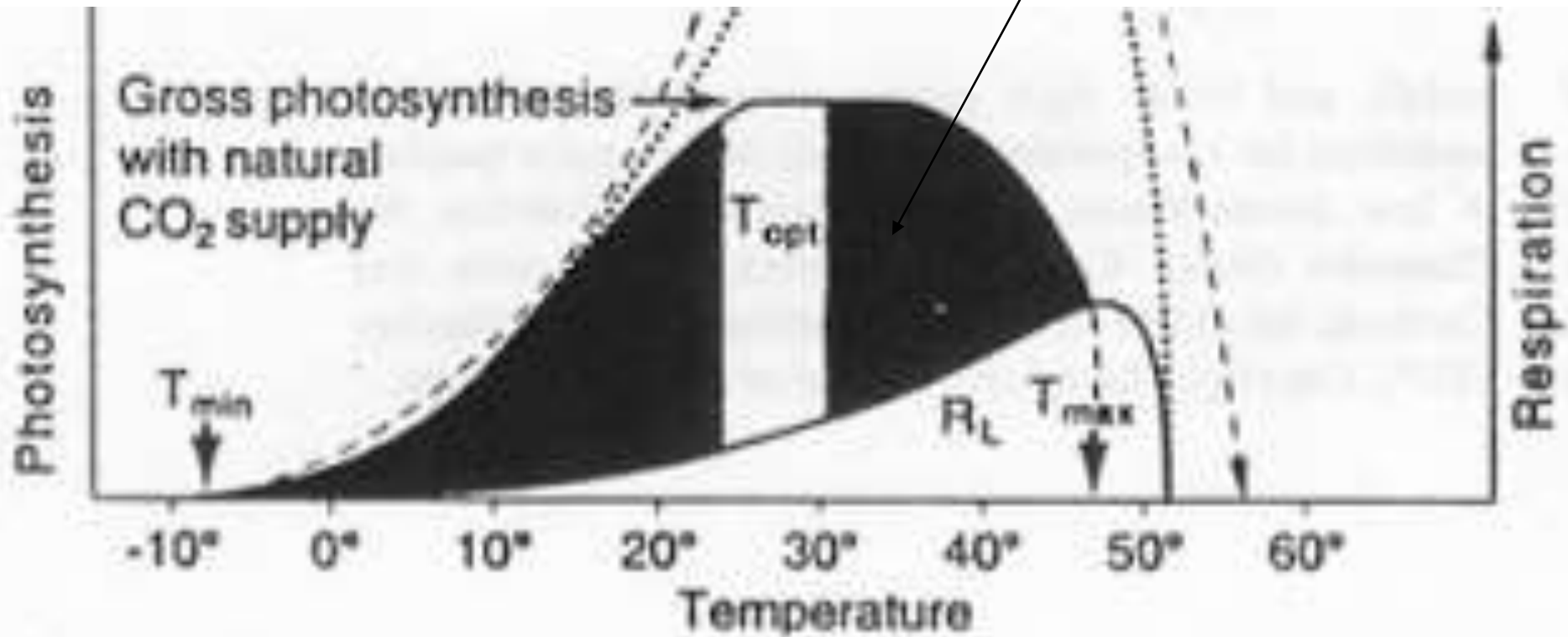
Produção Vegetal X Temperatura



Photosynthetic rate versus temperature for C₃ and C₄ leaves.

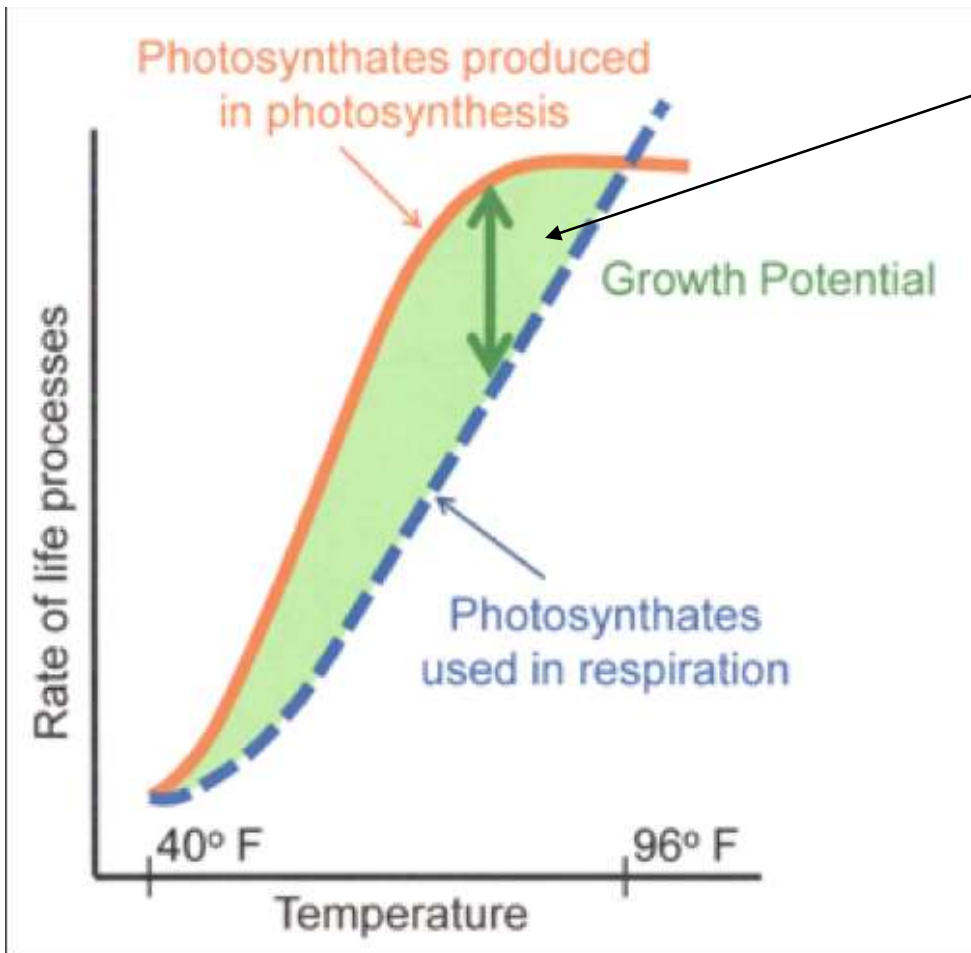
Produção Vegetal X Temperatura

Fotossíntese "Líquida"

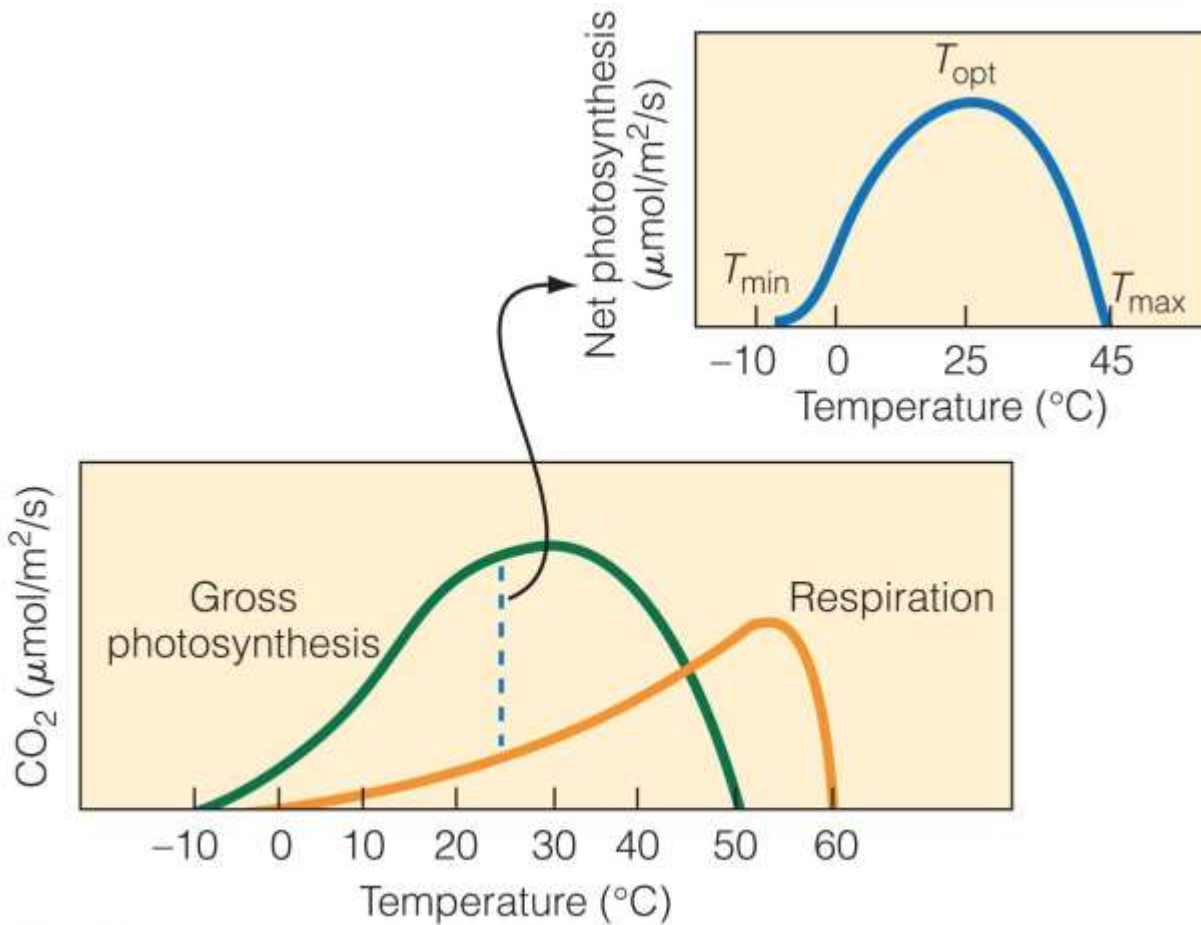


Produção Vegetal X Temperatura

Fotossíntese "Líquida"

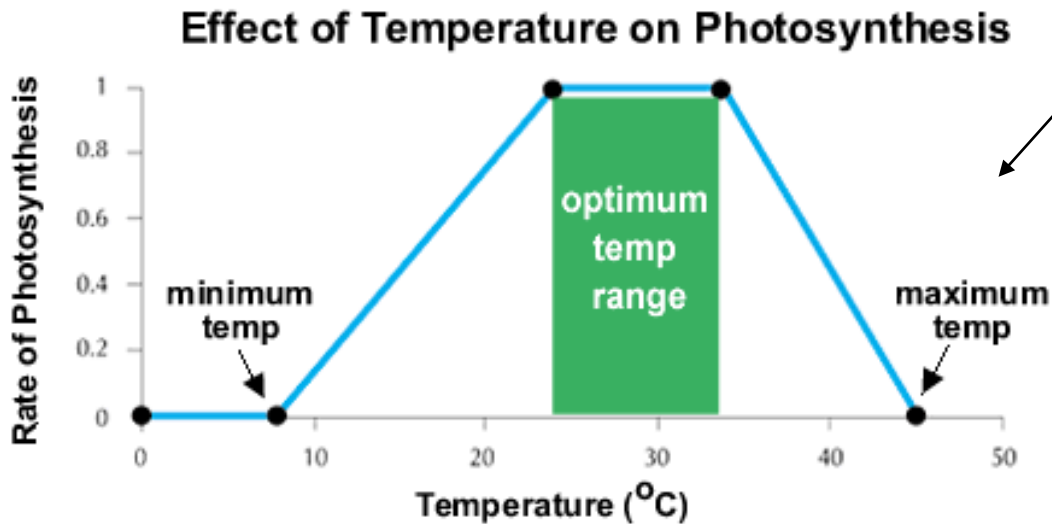


Produção Vegetal X Temperatura



As temperaturas cardiais para a fotossíntese líquida não são necessariamente as mesmas observadas para a fotossíntese bruta.

Produção Vegetal X Temperatura

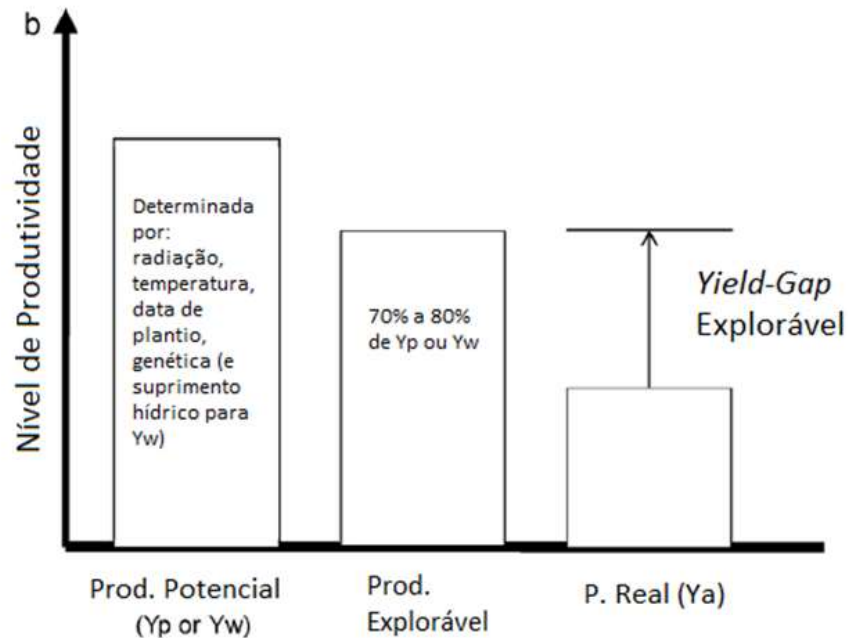
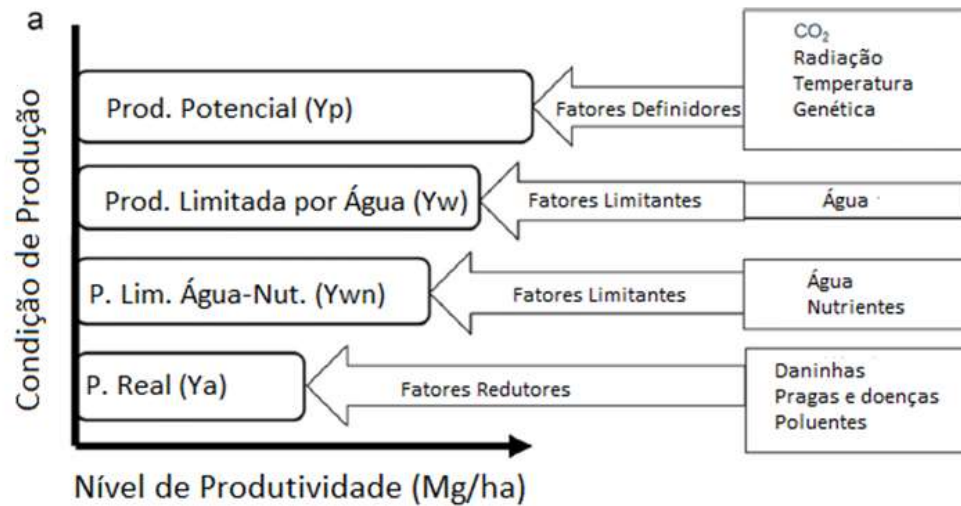


Simplificação usado na planilha de estimativa de produtividade.

A temperatura do ar, portanto, influi em dois aspectos principais no nosso modelo de produtividade:

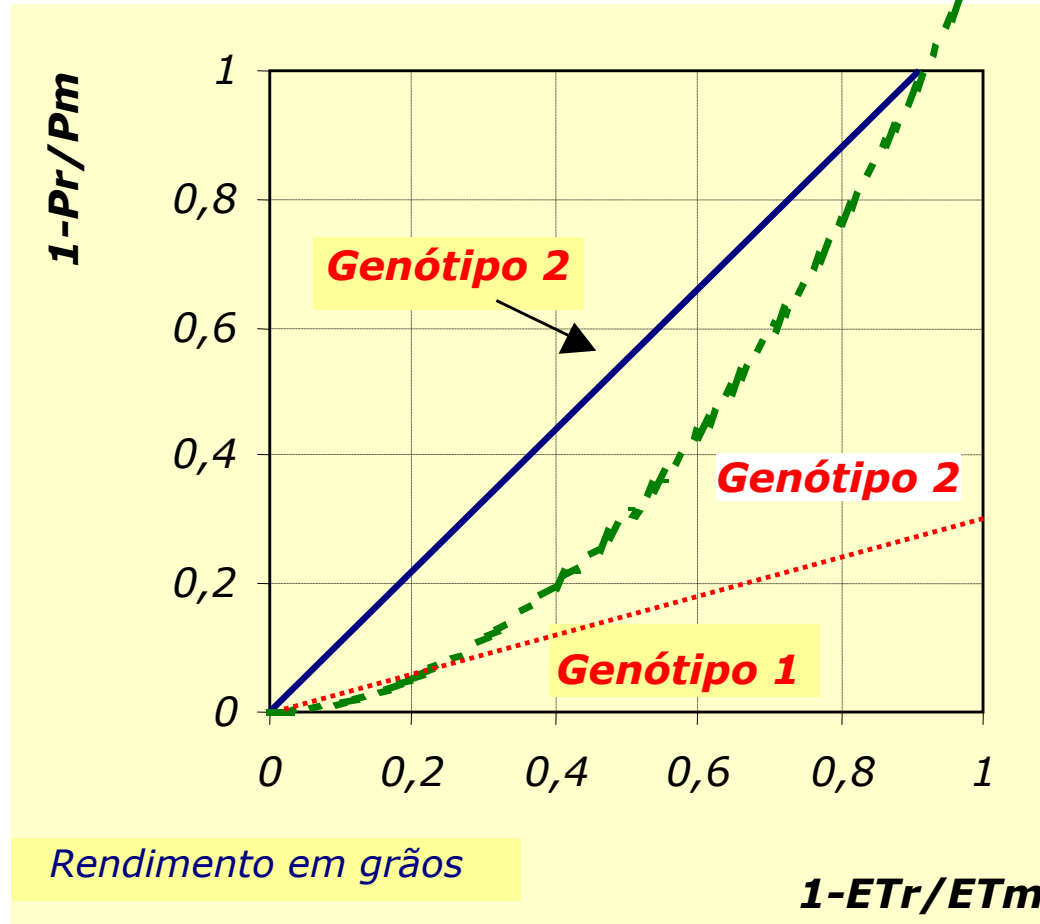
- *No desenvolvimento, controlando a duração do ciclo;*
- *Na taxa de crescimento controlando o acúmulo de matéria seca.*

Níveis de produção e seus respectivos fatores determinantes/limitantes



Relação entre a produtividade e Deficiência Hídrica

Índice de Satisfação das Necessidades Hídricas - ISNA



$$K_y = \frac{(1 - Pr/P_p)}{(1 - E_{Tr}/E_{Tc})}$$

Evapotranspiração
Relativa = $\frac{E_{Tr}}{E_{Tc}}$

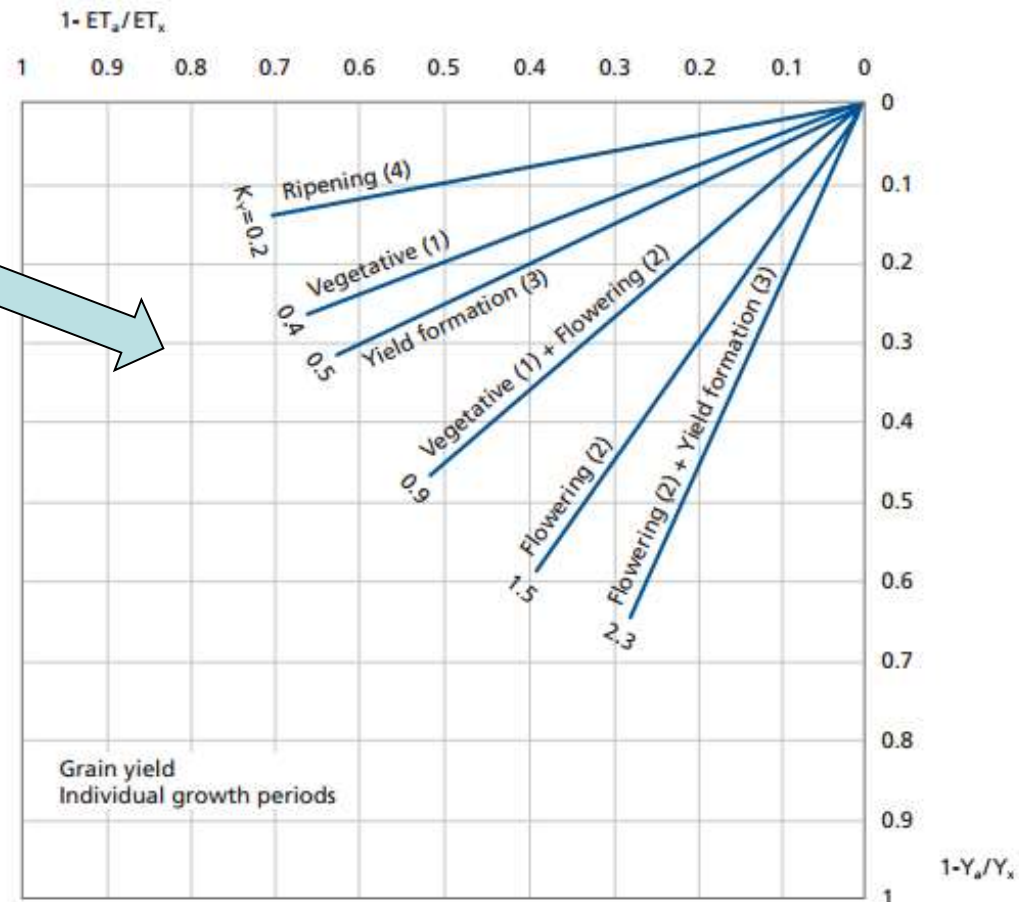
Proporcional a
Produtividade

Variação entre espécies e variedades

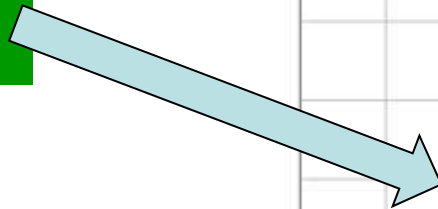
$$Pr = P_p [1 - K_y (1 - E_{Tr}/E_{Tc})]$$

Efeito da Deficiência Hídrica

FIGURE 1 Linear water production functions for maize subjected to water deficits occurring during the vegetative, flowering, yield formation and ripening periods. The steeper the slope (i.e. the higher the K_y value), the greater the reduction of yield for a given reduction in ET because of water deficits in the specific period.



Variação
entre fases
fenológicas



Valores de K_y para diferentes Culturas

TABLE 1 Seasonal K_y values from *FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33*.

Crop	K_y	Crop	K_y
Alfalfa	1.1	Safflower	0.8
Banana	1.2-1.35	Sorghum	0.9
Beans	1.15	Soybean	0.85
Cabbage	0.95	Spring wheat	1.15
Cotton	0.85	Sugarbeet	1.0
Groundnuts	0.70	Sugarcane	1.2
Maize	1.25	Sunflower	0.95
Onion	1.1	Tomato	1.05
Peas	1,15	Watermelon	1.1
Pepper	1.1	Winter wheat	1.05
Potato	1.1		

Valores de Ky e Fases Fenológicas

Valores de Ky				
	Des. Inicial	Fase Rápido Crescimento	Maturação	
Cana-de-açúcar	0.75	0.5	0.1	
	Des. Inicial	Floração	Frutificação	Maturação
Soja	0.2	0.8	1	0
Milho	0.4	1.5	0.5	0.2

$$P_r = P_p [1 - K_y (1 - E_{Tr}/E_{Tc})]$$