

Aula 3 – As plantas e a radiação solar II:

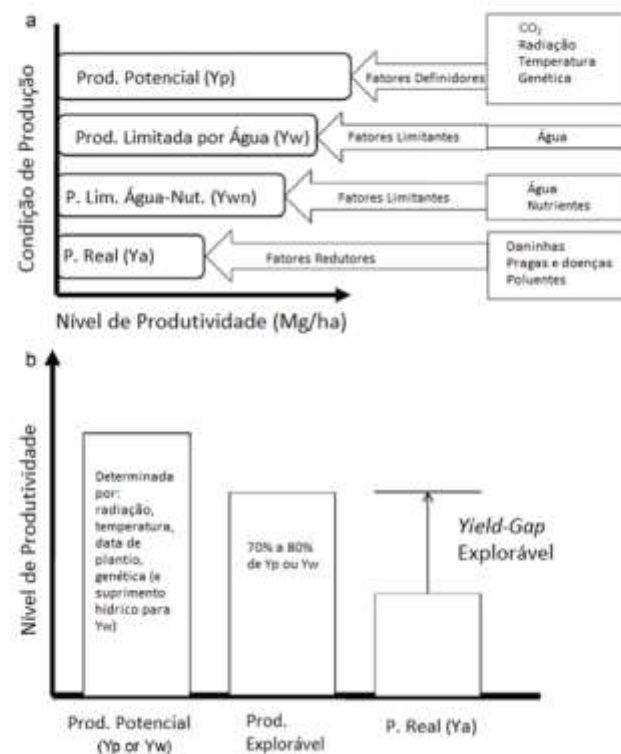
Arquitetura de copa e Interação com copas vegetais

Prof. Fábio Marin

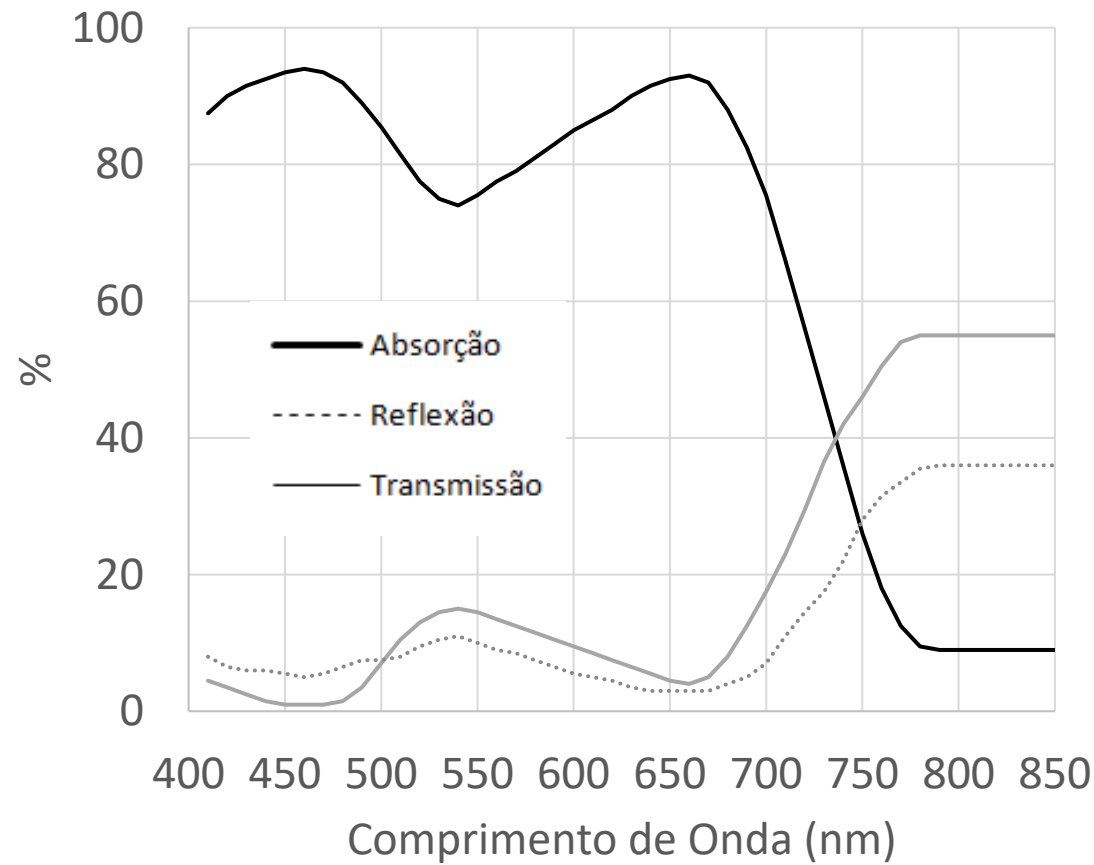
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"
Departamento de Engenharia de Biosistemas
Microclimatologia Agrícola



Níveis de produtividade e a radiação solar



Variação espectral da refletância, transmitância e absorbância para uma vegetação hipotética



$$\text{Absorção (A)} = (I_0 - I) / I_0$$

$$\text{Transmissão (T)} = I / I_0$$

$$\text{Reflexão (r)} = I_0 (1 - r)$$

Lei de Beer

- Quando um feixe monocromático de radiação solar I atravessa um meio absorvente, ele pode ser atenuado em função da distância percorrida no meio, de modo que a proporcionalidade torna-se válida:

$$\frac{dI_\lambda}{db} \propto -I_{o\lambda} \quad (1)$$

dI é a variação infinitesimal da radiação incidente ($I_{o,\lambda}$, W m^{-2}) com comprimento de onda λ ao atravessar o meio ao longo da distância db (m).

Para transformar essa proporcionalidade em uma igualdade, pode-se inserir um coeficiente k , obtendo-se:

$$\frac{dI_\lambda}{db} = -k I_{o\lambda} \quad \rightarrow \quad \frac{db}{dI_\lambda} = \frac{1}{k I_{o\lambda}} \quad (2)$$

Em que k é um coeficiente adimensional que descreve a habilidade do meio em atenuar a radiação.

- Integrando-se a Eq. 2 para a distância b , tem-se:

$$-b = \int_0^b \frac{1}{k I_{o\lambda}} dI \quad (3)$$

Lei de Beer

- Obtendo-se então:

$$-b = \frac{\ln I}{k} + C \quad (4)$$

- Em que C é a constante de integração que pode ser determinada fazendo-se $b=0$ (assumindo que o meio tem espessura=0) e neste caso $I=I_0$, obtendo-se então:

$$0 = \frac{\ln I}{k} + C \quad \rightarrow \quad C = -\frac{\ln I_0}{k} \quad (5)$$

- Substituindo (5) em (4):

$$-b = \frac{\ln I}{k} - \frac{\ln I_0}{k} \quad (6)$$

$$-b = \frac{1}{k} \ln \frac{I}{I_0} \quad (7)$$

- Isolando-se I tem-se que:

$$I = I_0 e^{-k b} \quad (8)$$

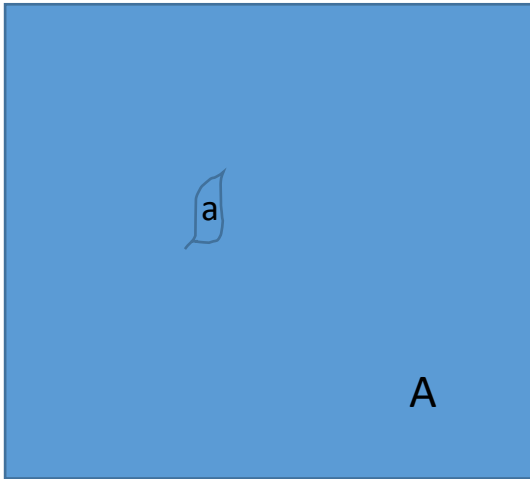


Lei de Beer (adaptada por Monsi & Saeki)

$$I = I_0 e^{-k IAF}$$



Lei de Beer (adaptada por Monsi & Saeki)

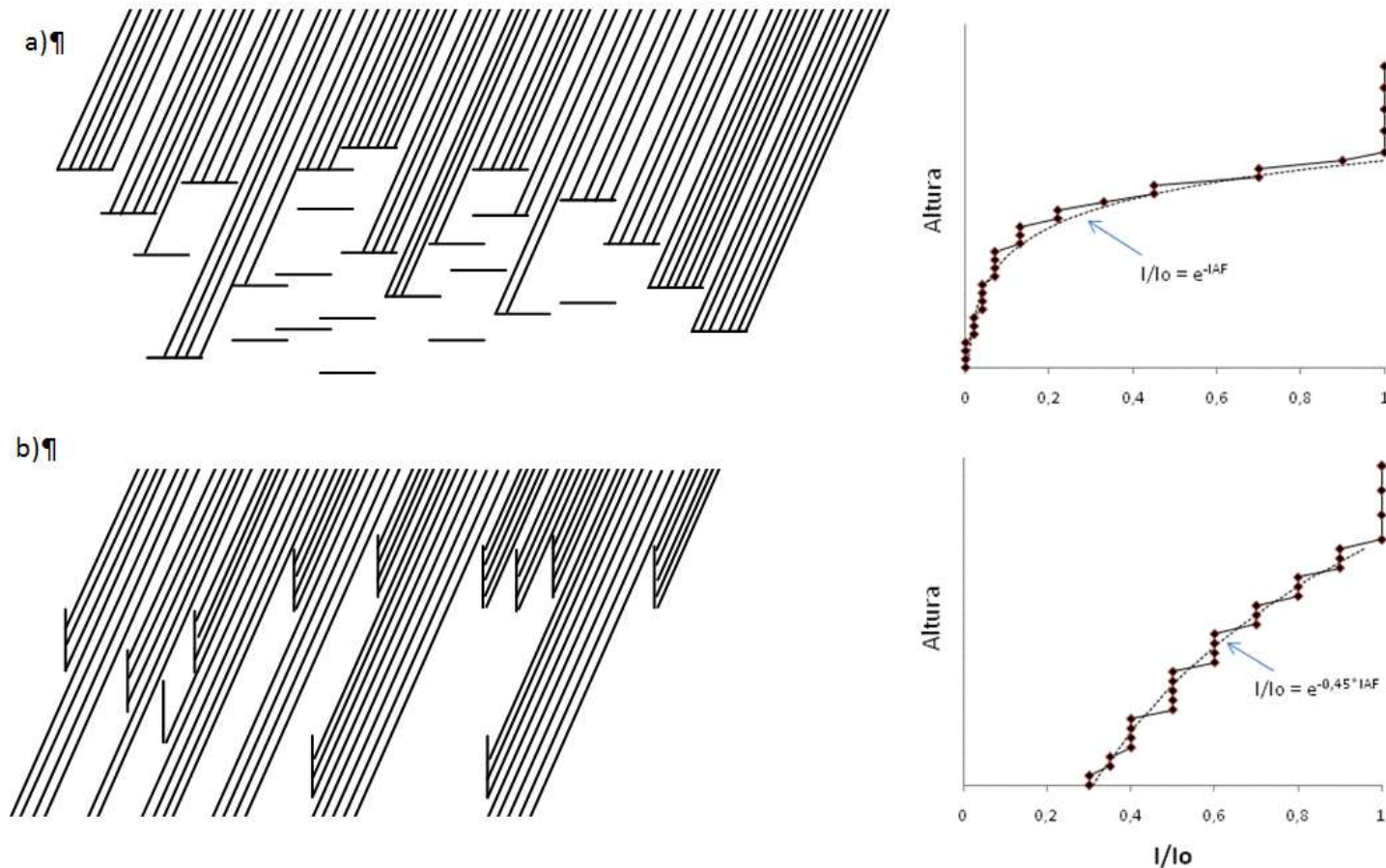


$$\lim_{\frac{a}{A} \rightarrow 0} \left(1 - \frac{a}{A} \right)^N \cong e^{\left(-\frac{N \cdot a}{A} \right)}$$

em que $(N \cdot a/A)$ é o índice de área foliar, uma vez que N é o número de folhas, a é a área de cada folha e A é a área da superfície do solo.

$$I = I_0 e^{-k IAF}$$

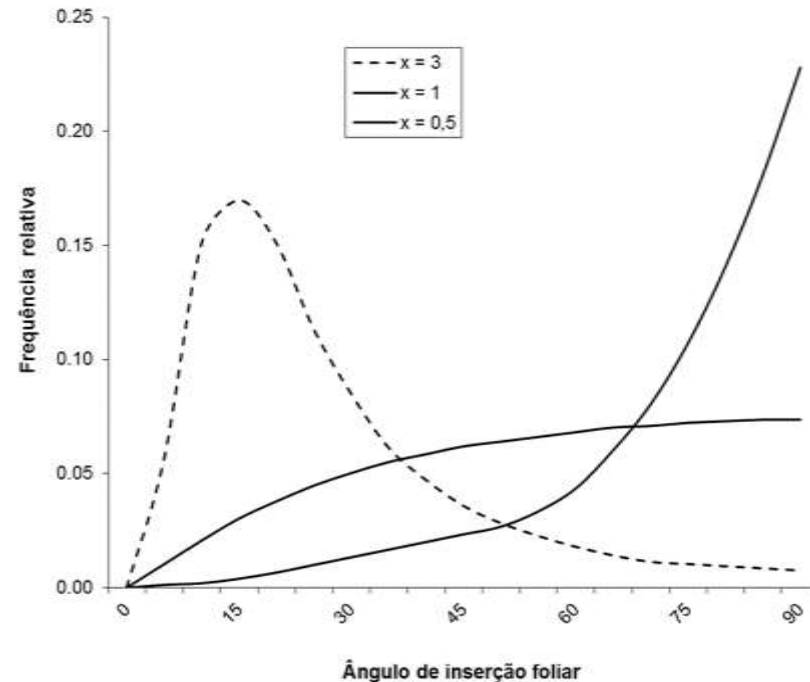
Penetração da radiação para uma elevação solar de 66° admitindo disposição horizontal das folhas (a) e vertical (b)



Coeficiente de Extinção

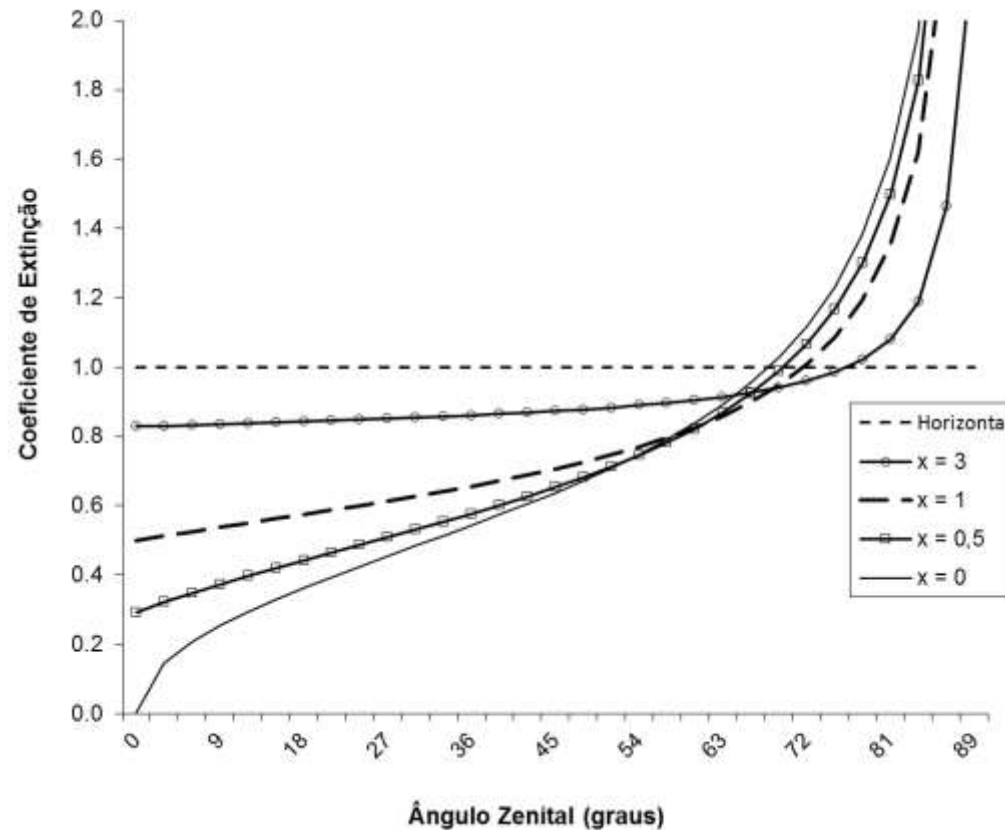
Distribuição do Ângulo Foliar	Coeficiente de Extinção (k)
Horizontal	$k = 1$
Vertical	$k = \frac{2 \cdot \cot z}{\pi}$
Esférico	$k = \frac{2 \cdot \sin z}{\pi}$
Elipsoidal ¹	$k = \frac{\sqrt{x^2 + (\tan z)^2}}{x + 1,774 \cdot (x + 1,182)^{-0,733}}$
Heliotrópica	$k = \frac{1}{\sin z}$

Frequência relativa do ângulo de inserção foliar para três tipos de copas

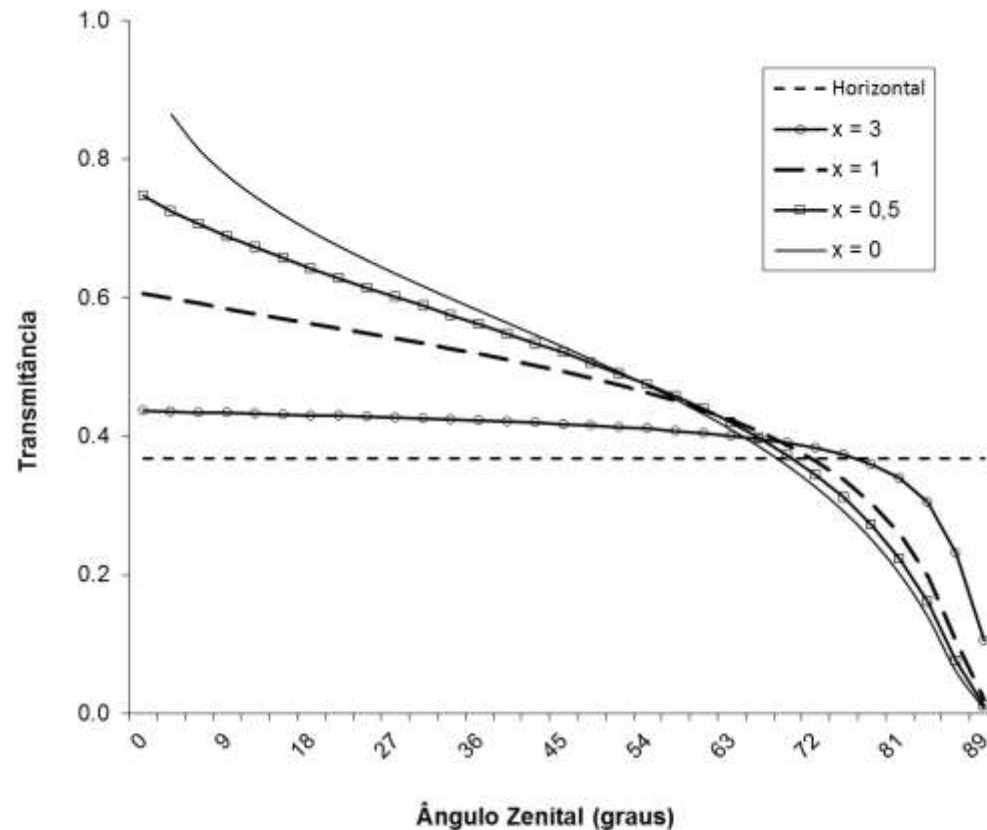


Quanto maior o valor de x , mais horizontais são as folhas

Coeficiente de extinção em função do ângulo zenital do Sol e distribuições distintas do ângulo de inserção foliar



Fração da radiação solar incidente que atinge a superfície do solo abaixo de um dossel com índice de área foliar igual à unidade (IAF=1) para diferentes distribuições de ângulo de inserção da folha

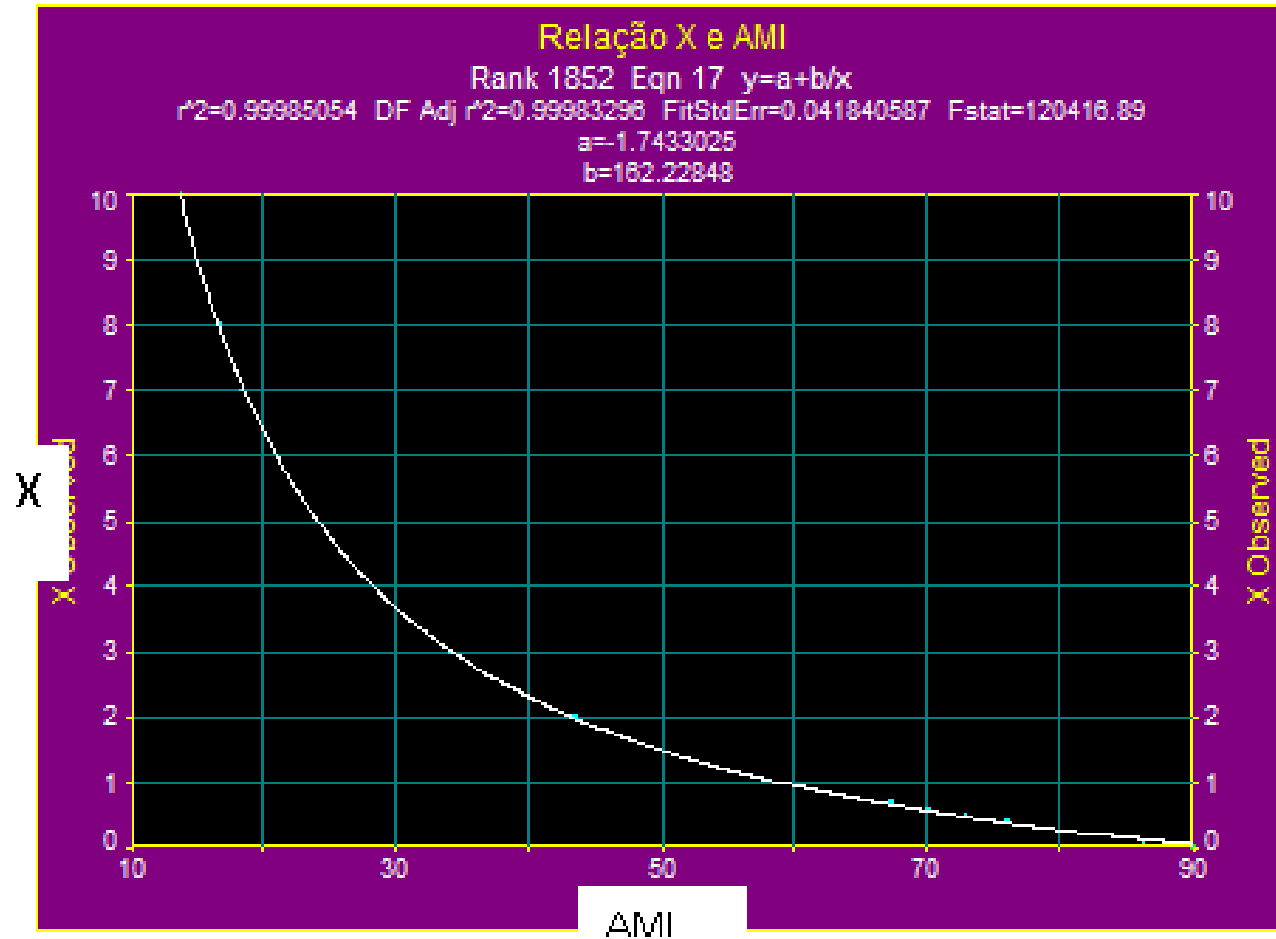


Valores de X

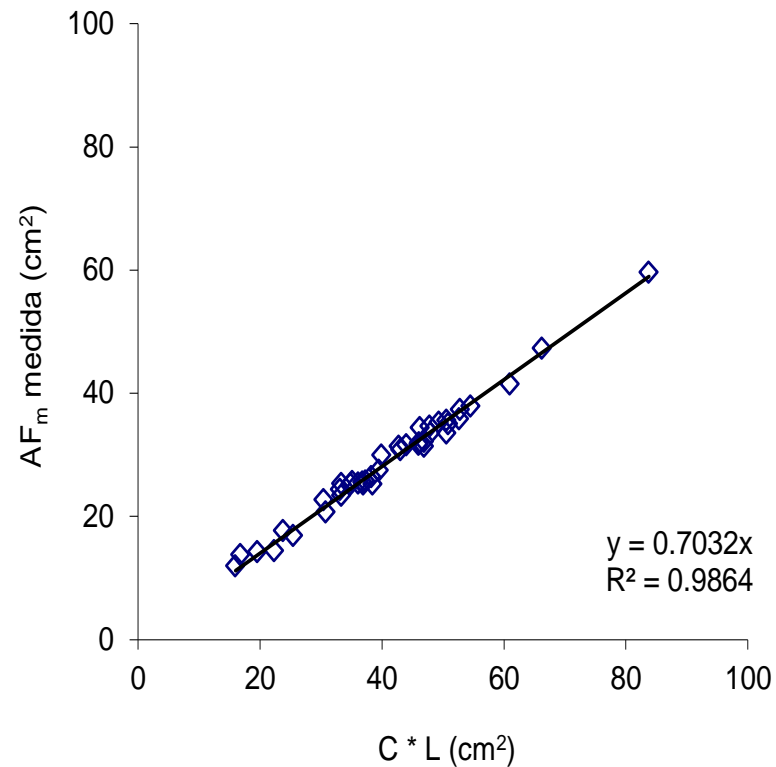
Cultura	X
Azevém	0,67-2,47
Milho	0,76-2,52
Centeio	0,8-1,27
Trigo	0,96
Cevada	1,20
Sorgo	1,43
Colza	1,92-2,13
Pepino	2,17
Tabaco	1,29-2,22
Batata	1,70-2,47
Girassol	1,81-4,1
Morango	3,03
Soja	0,81



Relação X e AMI



Estimando o IAF – Método convencional



Estimando o IAF (Miller, 1967)

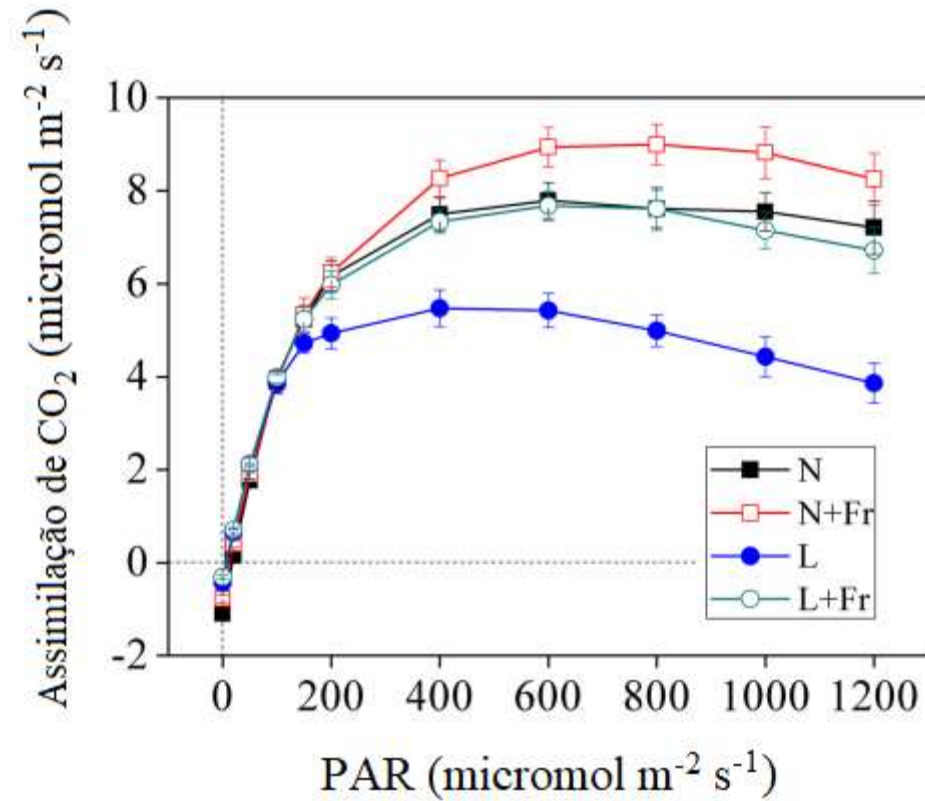
$$I = I_o \cdot e^{-\mu \cdot S(\theta) \cdot G(\theta)}$$

$$\mu \cdot G(\theta) = \frac{-\ln[T(\theta)]}{S(\theta)} = V(\theta)$$

$$IAF = \sum_{i=1}^{i=n} -\ln[T_i] \cdot \cos_i \cdot W_i$$

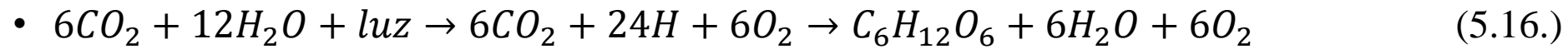


Fotossíntese



Fotossíntese

- *Estequiometria da fotossíntese:*



↑
264g

↑
180g



Fotossíntese

- $$PP = A \cdot EF \cdot IC \cdot \frac{1}{(1-U)} \cdot 3600 \cdot 10 \cdot IAF \cdot ciclo \cdot N \quad (5.17.)$$



Ângulo Zenital

$$\cos Z_h = \text{sen}\varphi \cdot \text{sen}\delta + \cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot h$$

$$Z_h = \arccos(\text{sen}\varphi \cdot \text{sen}\delta + \cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot h)$$

latitude

$$\delta = 23,45 \text{sen} \left[\frac{360(NDA - 80)}{365} \right]$$

$$h = (\text{hora local} - 12) * 15$$

Para o meio dia, pode-se simplificar:

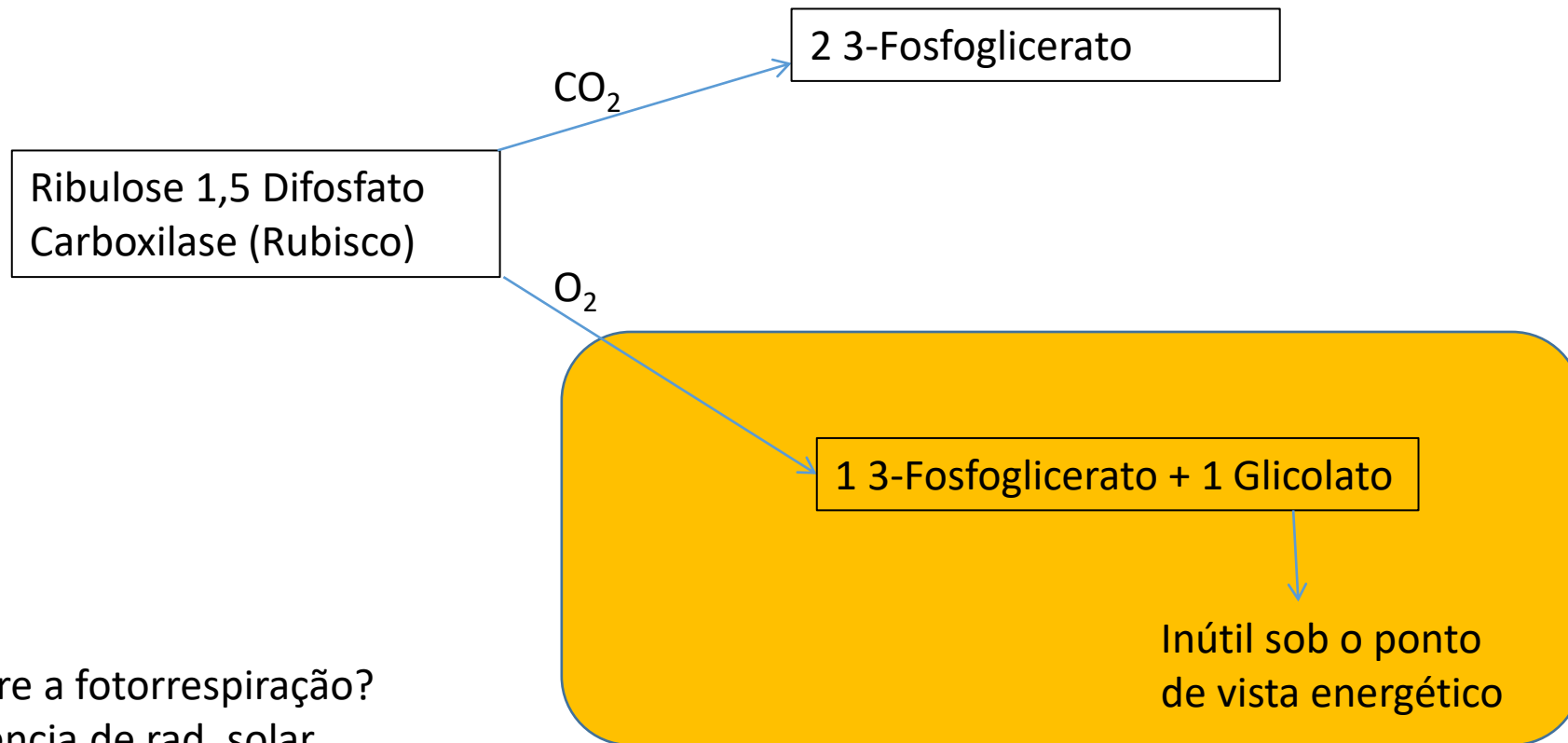
$$\cos Z_{12} = \cos(\delta - \varphi)$$

$$Z_{12} = \delta - \varphi$$



Produção Agrícola e o Ciclo C3

Espécies C3



Fotorrespiração

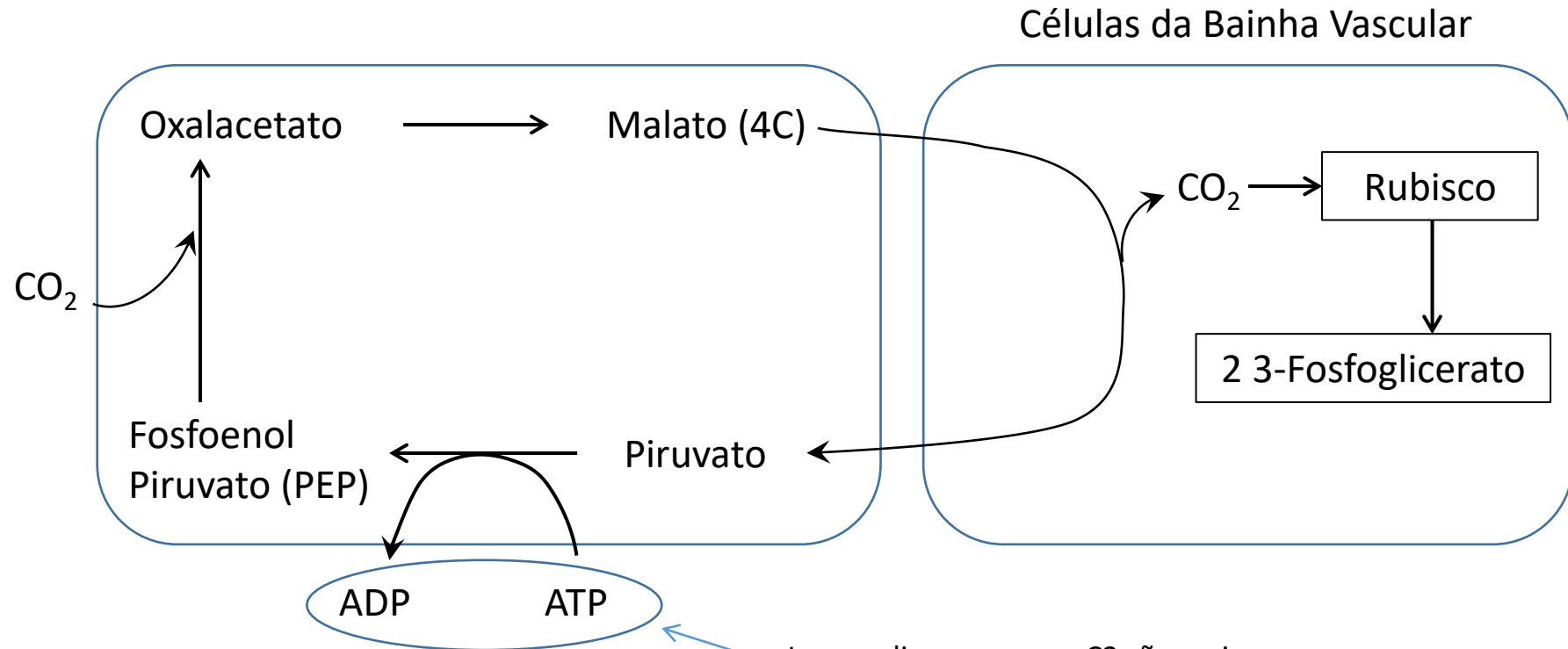
Essa via metabólica é usada quando há alta concentração de O₂ nas células do mesofilo, ou sob alta temperatura

Quando ocorre a fotorrespiração?

- Alta incidência de rad. solar
- Alta temperatura

Produção Agrícola e o Ciclo C4

Espécies C4



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

ROTEIRO PARA O CÁLCULO DO COEFICIENTE DE EXTINÇÃO E ACÚMULO DE BIOMASSA

- 1) Calcule o ângulo horário para os momentos do dia nos quais deseja efetuar suas estimativas.
- 2) Calcule o ângulo zenital (Z_h)
- 3) Com base nos dados de AMI, calcule os valores de x
- 4) Com base nos valores de x e Z_h , calcule os valores de k para cada horário do dia
- 5) Calcule os valores de radiação solar incidente instantânea (I_z) para cada horário
- 6) Desconte a fração refletida
- 7) Sabendo os valores de IAF (ou admitindo um valor para efeito de cálculo) estime a fração transmitida abaixo da cultura utilizando a lei de Beer
- 8) Por diferença, calcule a radiação efetivamente absorvida pela cultura.
- 9) Converta a unidade de W/m^2 para $\mu mol/m^2.s$
- 10) Estime o valor da taxa de assimilação de CO_2
- 11) Converta a massa de CO_2 em massa de glicose
- 12) Converta as unidades para t/ha
- 13) Faça a conversão considerando a eficiência estrutural da cultura em análise
- 14) Desconte a fração respirada, o índice de colheita e acrescente a água.

