

**CANA-DE-AÇÚCAR: FISIOLOGIA E MANEJO**  
**“PROF. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES”**

# **Fisiologia da produção da cana-de-açúcar**

**Prof. Dr. Paulo Alexandre Monteiro de Figueiredo**  
**Engenheiro Agrônomo**

**UNESP**

**Universidade Estadual Paulista - “Júlio de Mesquita Filho”**  
**FCAT – Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena**

**Julho de 2016**



**ASPECTOS  
MORFOFISIOLÓGICOS DA  
CANA-DE-AÇÚCAR  
LIGADOS À PRODUÇÃO**

**Qual o potencial biológico  
da  
cana-de-açúcar?**

**350 TCH**

*“Em média, a cana-de-açúcar  
produz, por dia, 18g de matéria  
seca por m<sup>2</sup> de solo.”*

**Rostron, 1974**

# **FENOLOGIA...**

**Estudo dos fenômenos  
periódicos da vida em  
relação às condições  
ambientais**

**(Castro, Ferreira e Yamada, 1987)**

# QUAL A IMPORTÂNCIA DA FASE DE ESTABELECIMENTO?

Produtividade Agroindustrial

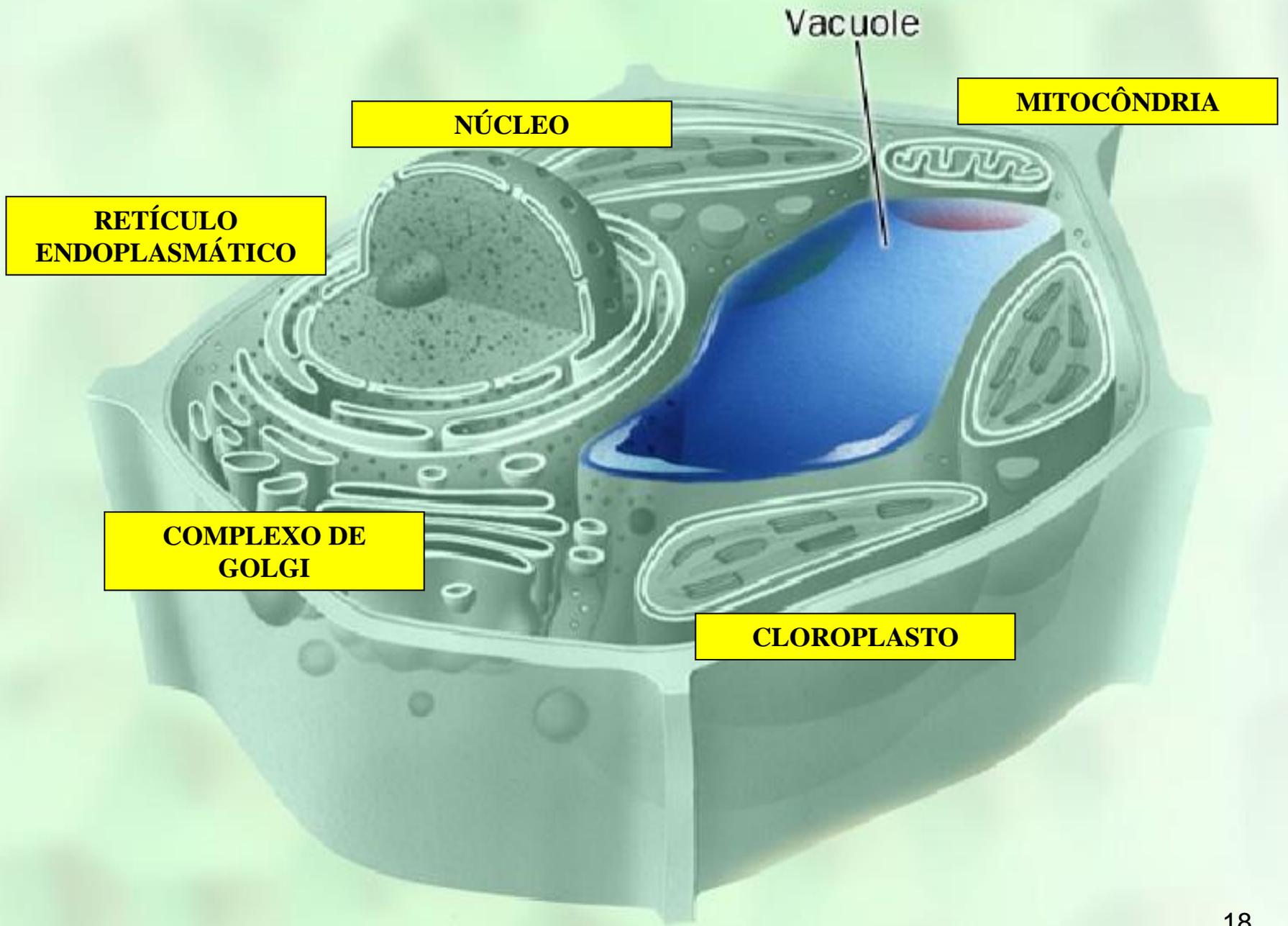
Longevidade

Futuro de uma unidade  
sucroenergética



# **Metabolismo**

**O conjunto de reações químicas que acontecem internamente nos órgãos vegetais começam a ser processadas ao**  
**NÍVEL CELULAR**



# AÇÃO HORMONAL



TRANSCRIÇÃO

TRADUÇÃO

REAÇÕES QUÍMICAS



**DNA => RNA's => PROTEÍNAS => CARACTERÍSTICA**  
NÚCLEO                      CITOSSOL  
CELULAR

**“O controle e coordenação do metabolismo, crescimento, desenvolvimento e morfogênese dependem de sinais endógenos e exógenos ao vegetal.”**

Crescimento e Desenvolvimento  
Parâmetros quantitativos e qualitativos

**TOTIPO TÊNCIA  
CELULAR?**





11 15:48

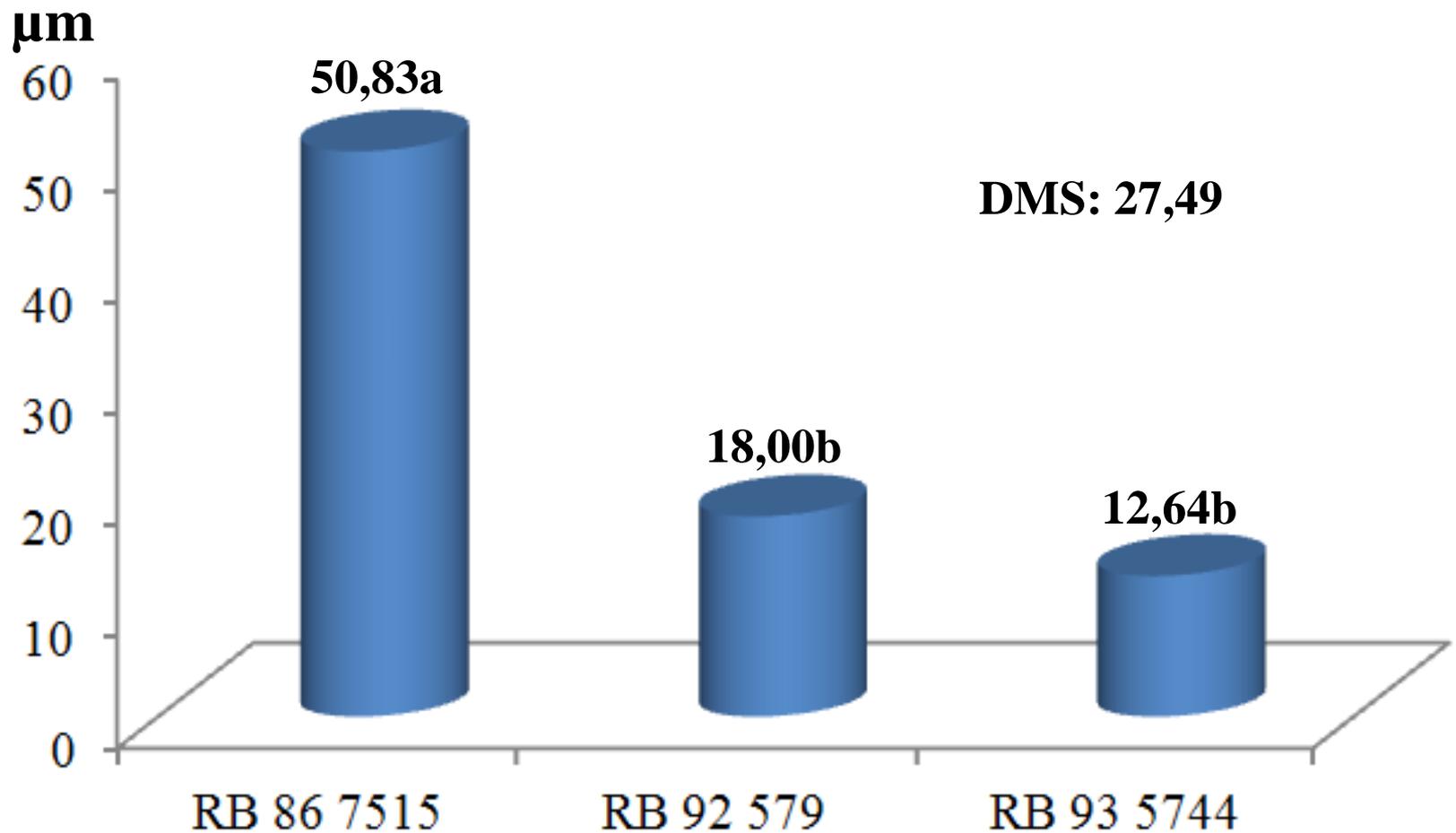
**GENOMA**

**X**

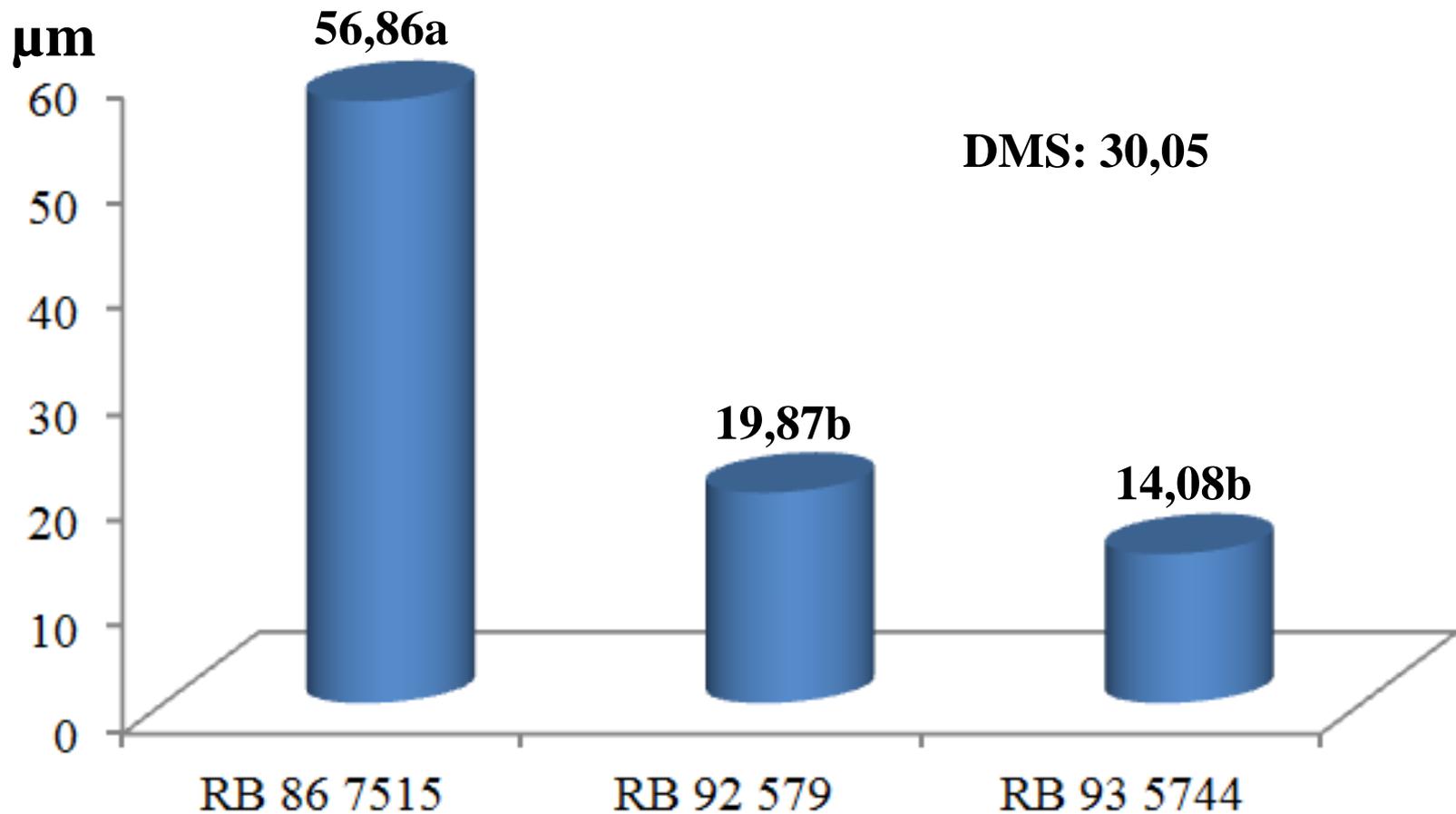
**PROTEOMA**

A variedade RB867515 apresentou mecanismos de proteção de danos causados por elevação de UVB, de tal forma que, a aplicação da radiação UVB em conjunto com a seca demonstrou efeitos protetores através da redução ou manutenção da intensidade da peroxidação lipídica causada, bem como na manutenção das taxas fotossintéticas, transpiratória e na eficiência do uso da água;

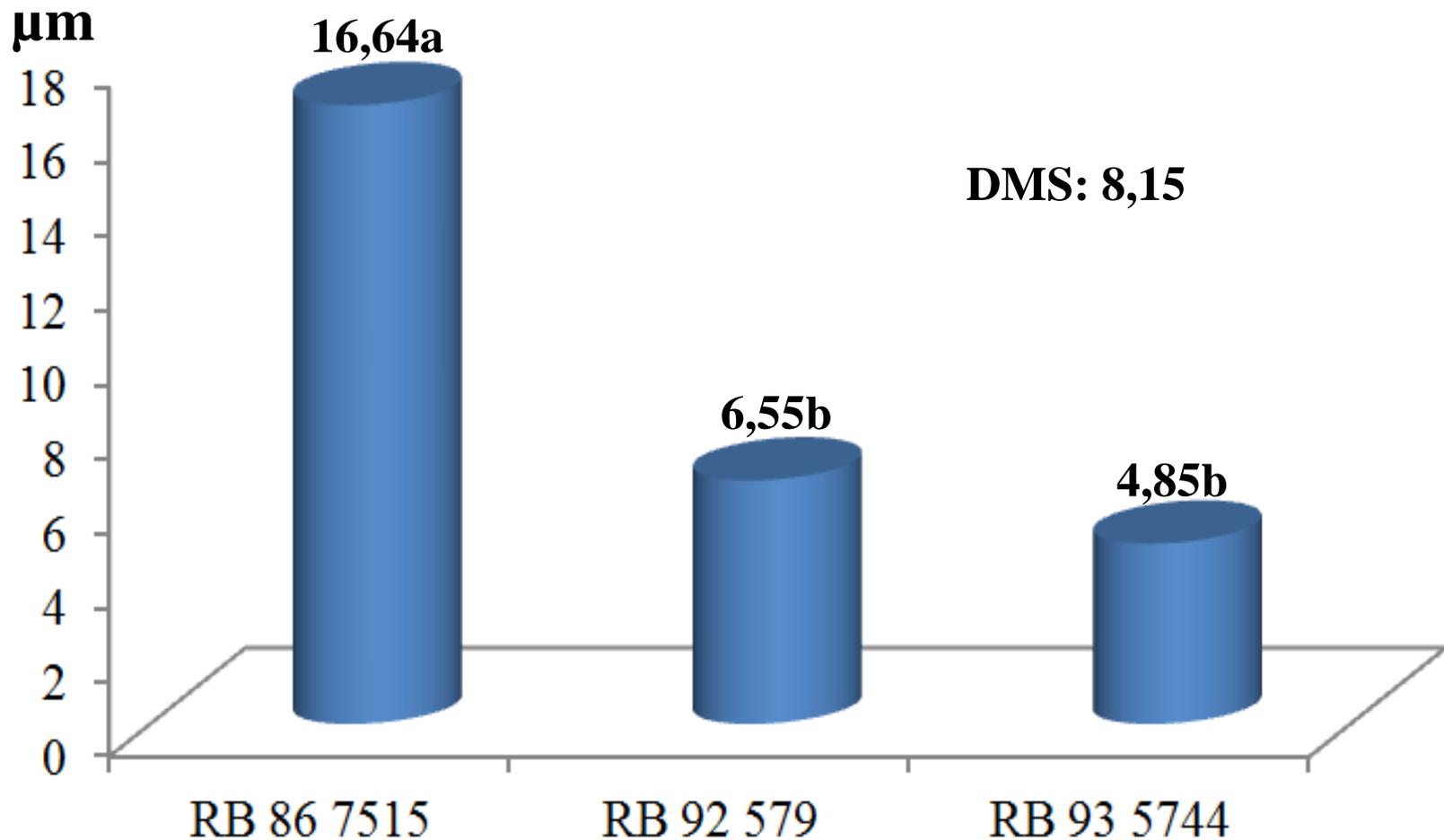
# Espessura da epiderme da face adaxial



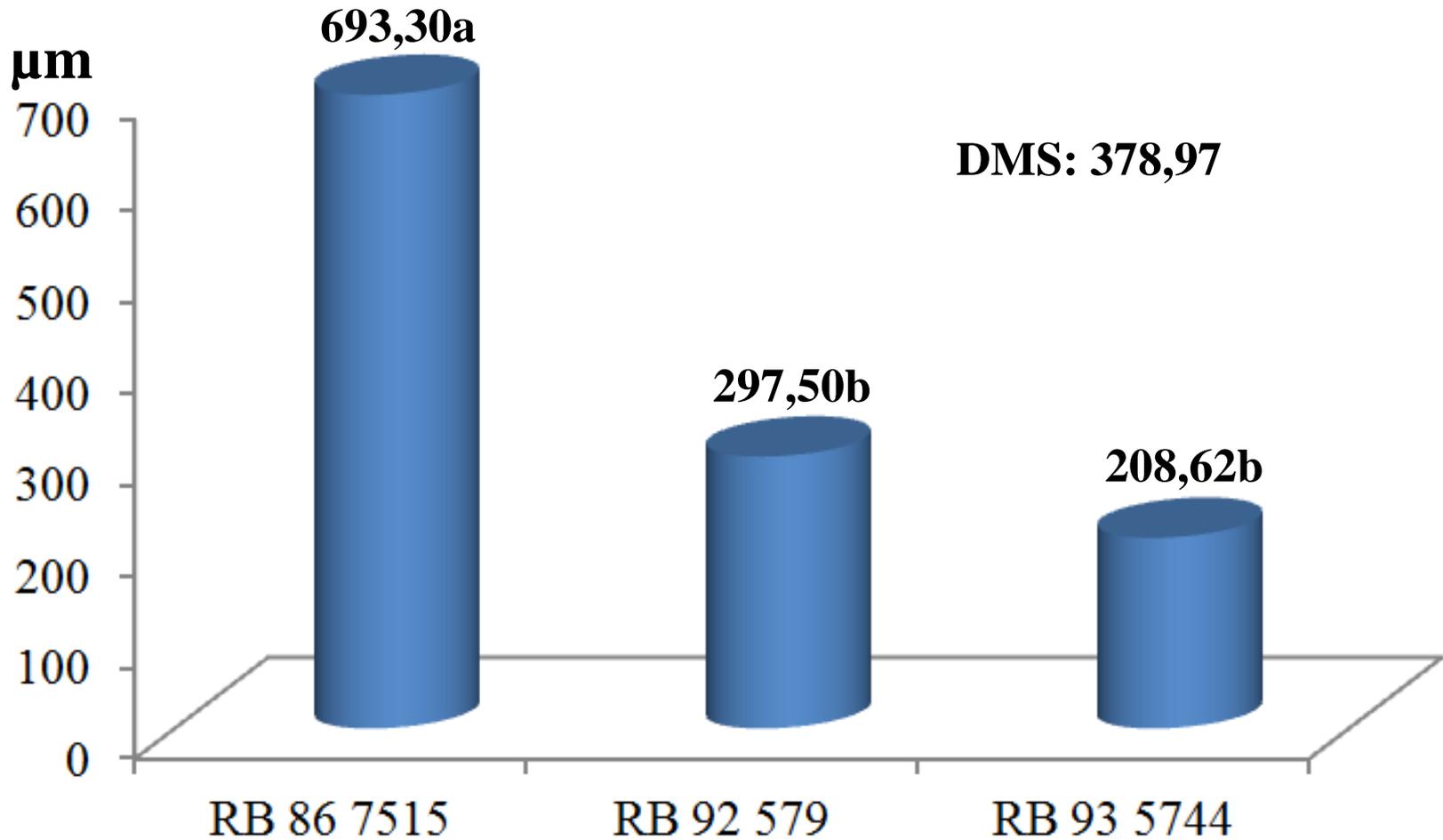
# Espessura da epiderme da face abaxial



# Espessura da cutícula da face superior da epiderme

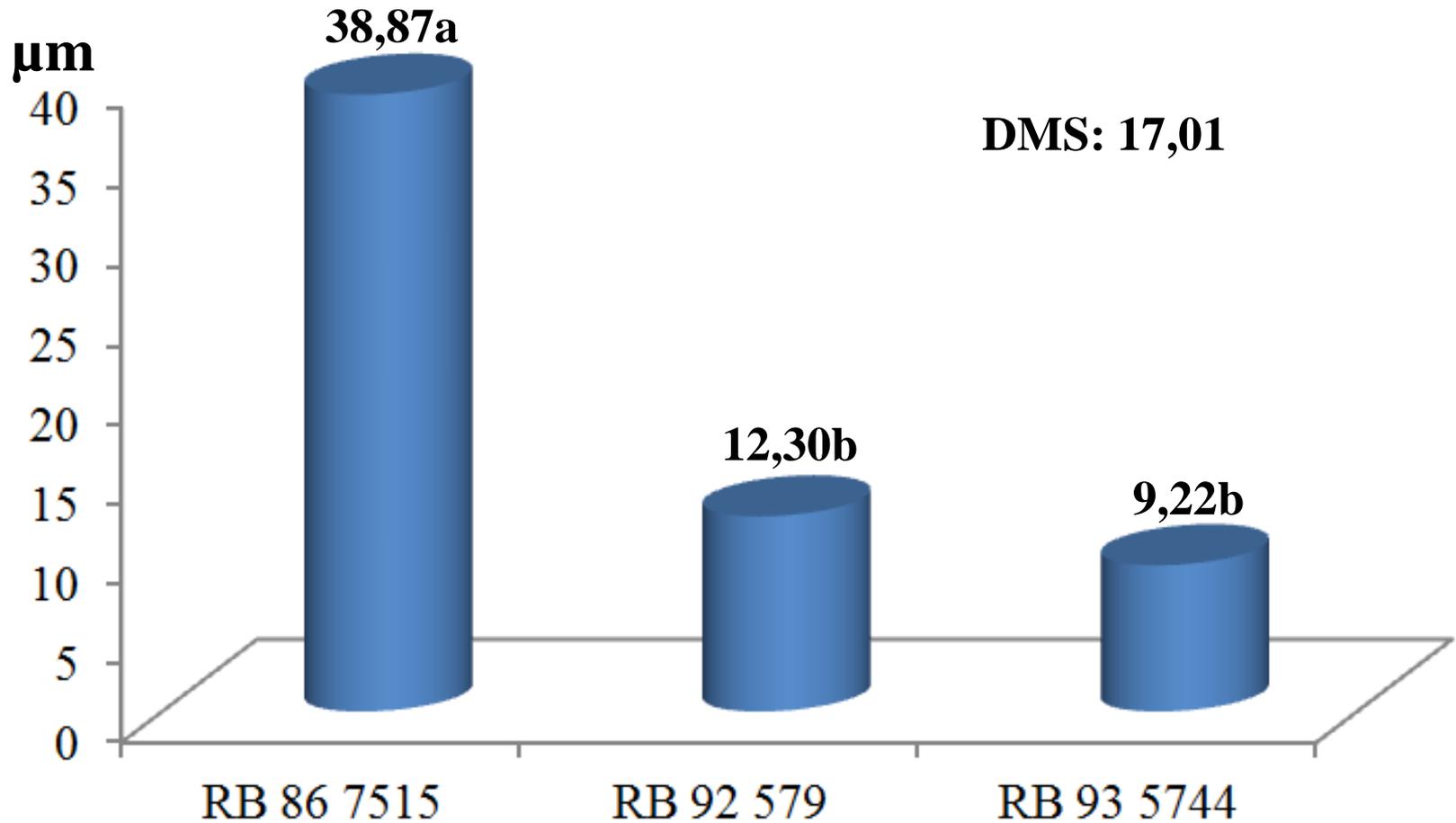


# Espessura do mesofilo

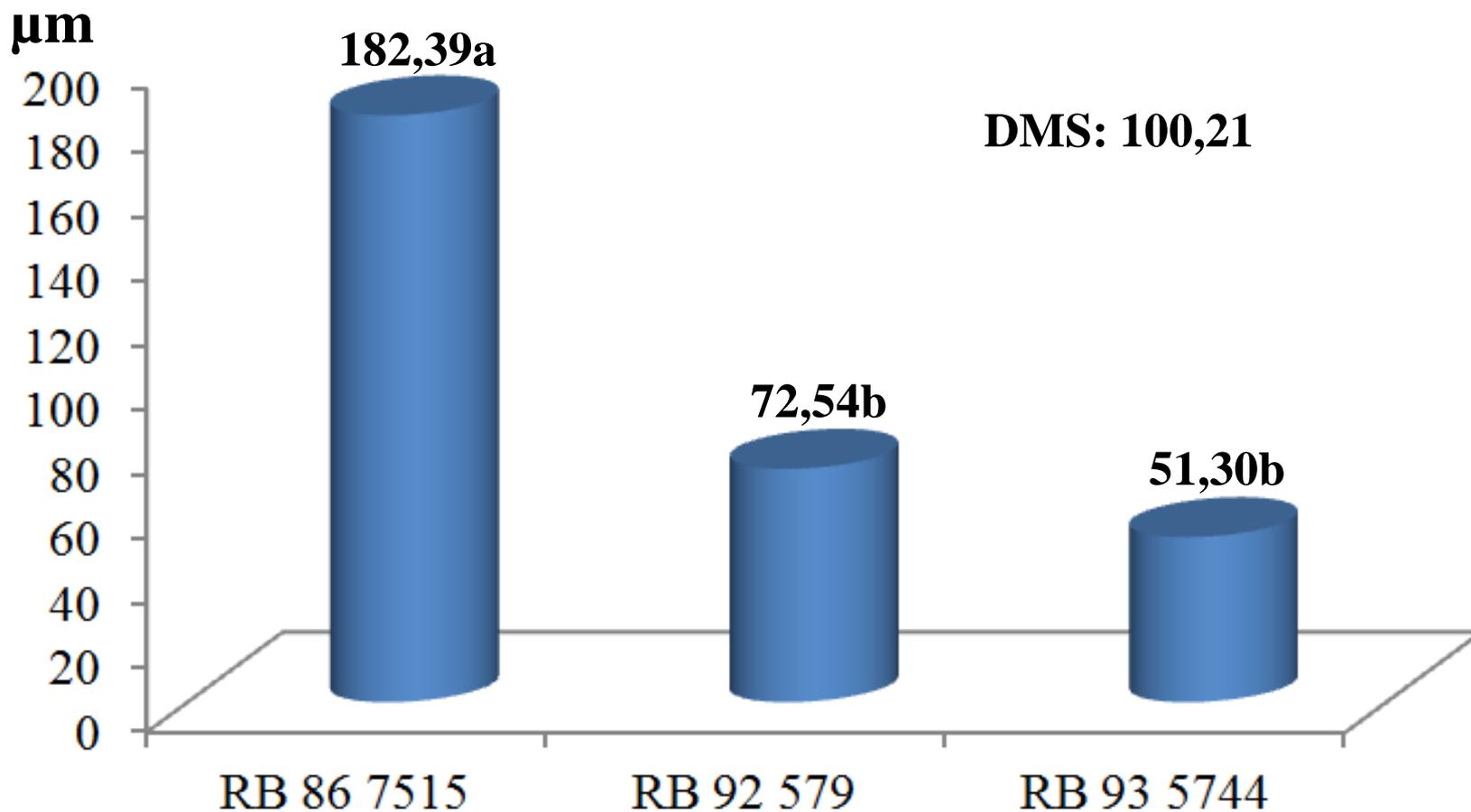


DMS: 378,97

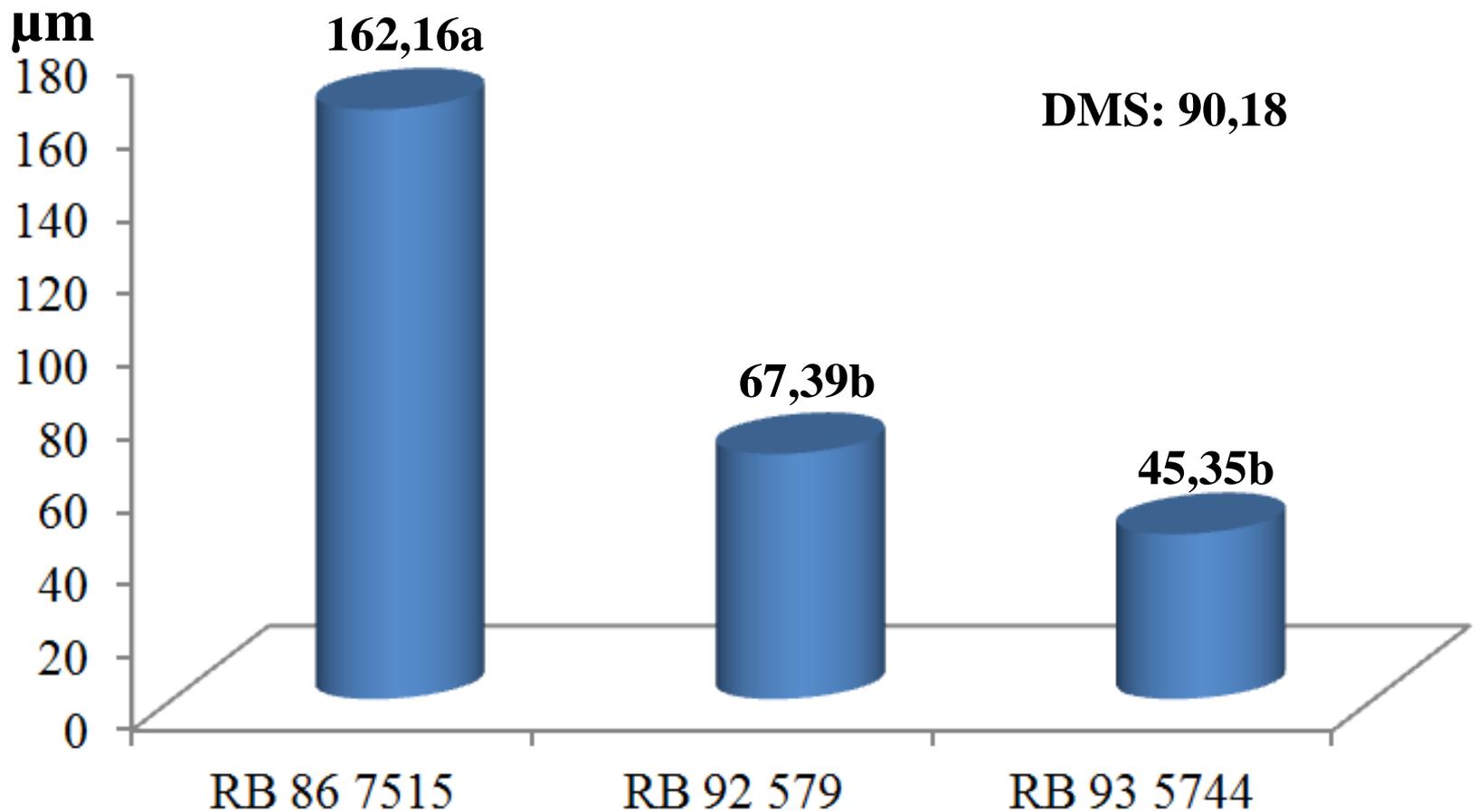
# Diâmetro dos vasos floemáticos



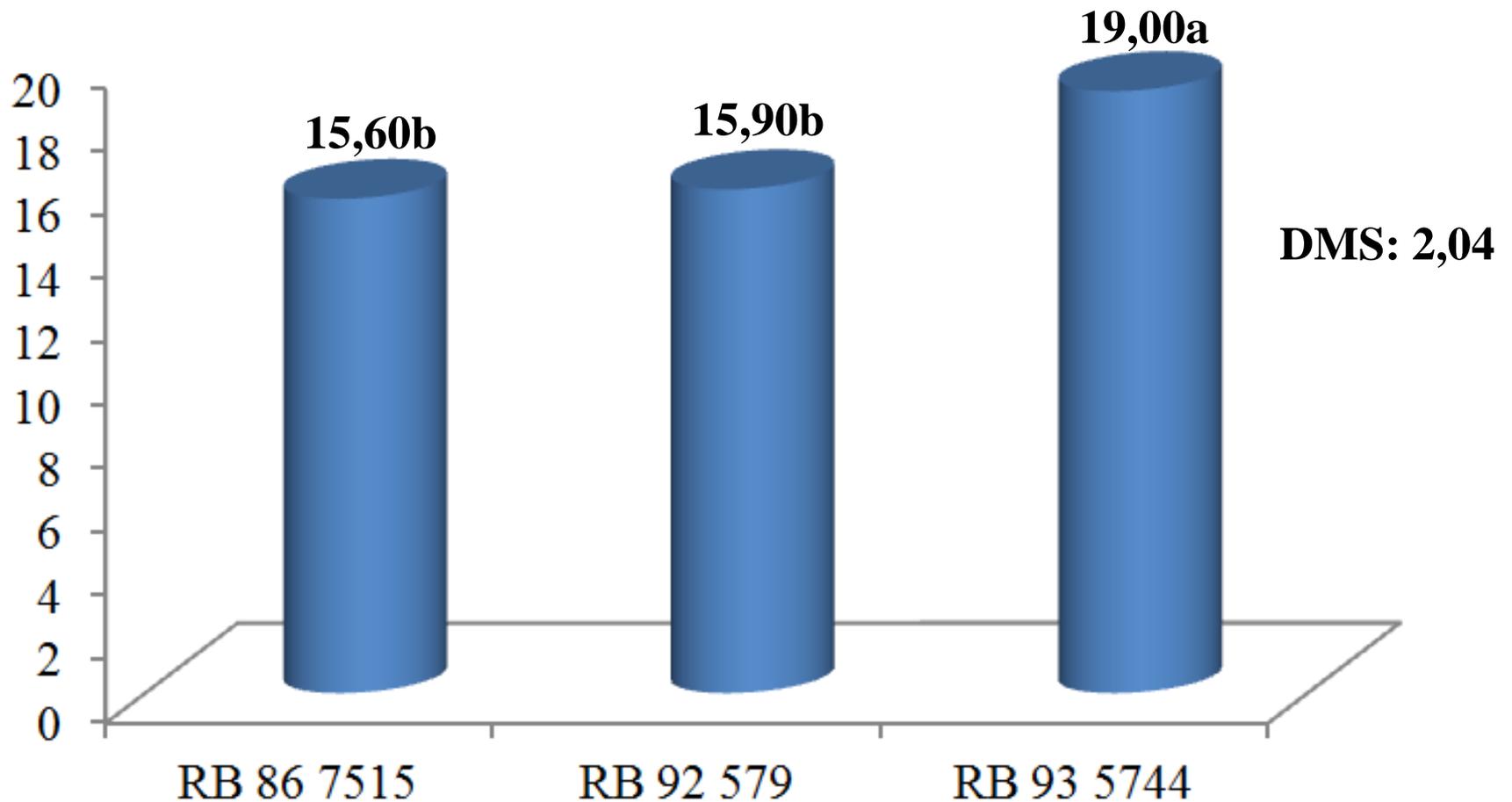
# Distância entre as bainhas dos feixes vasculares



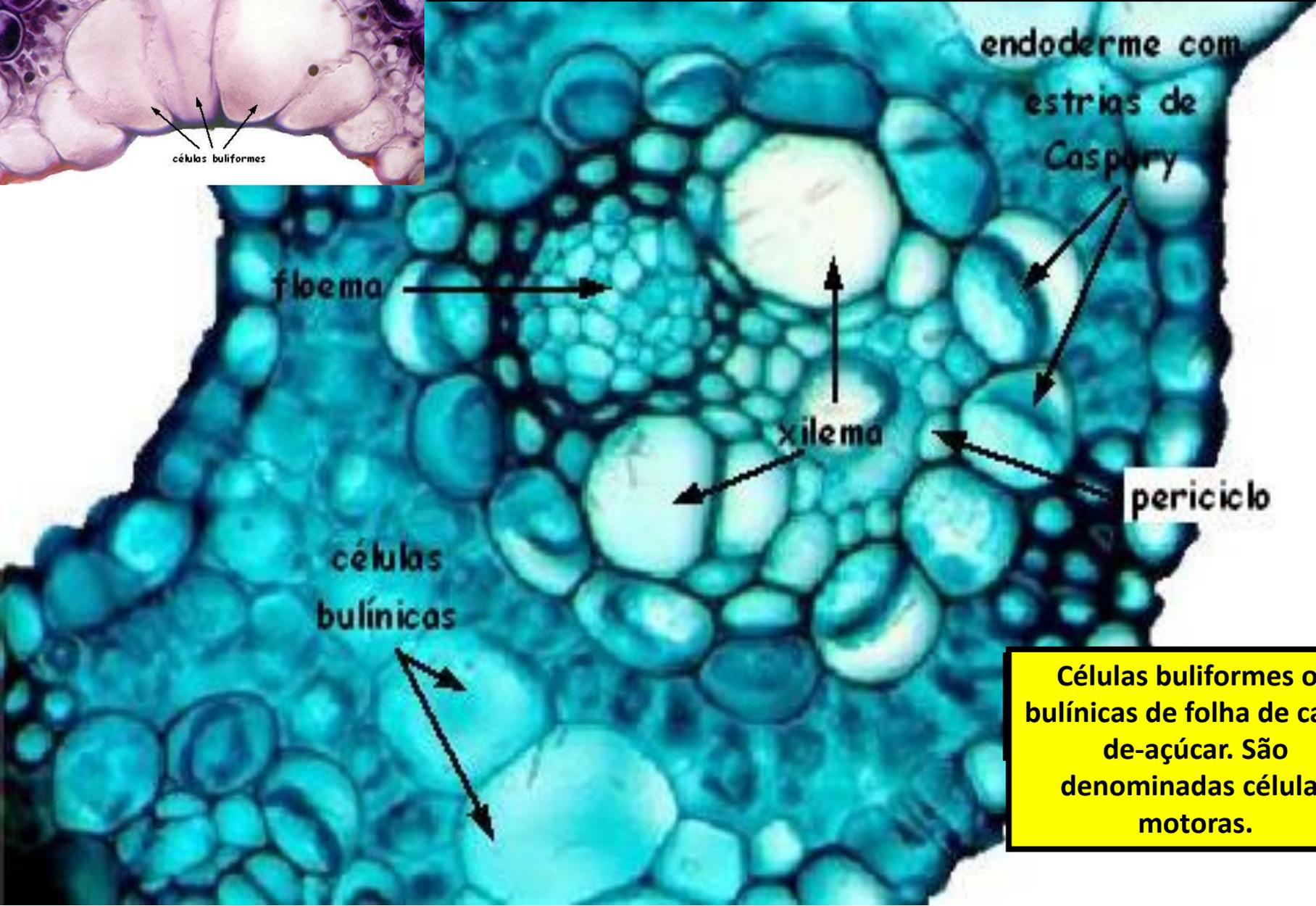
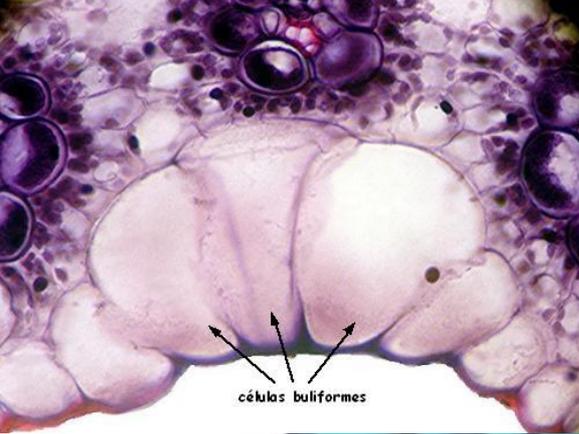
# Diâmetro das células bulínicas



# Número de células bulínicas



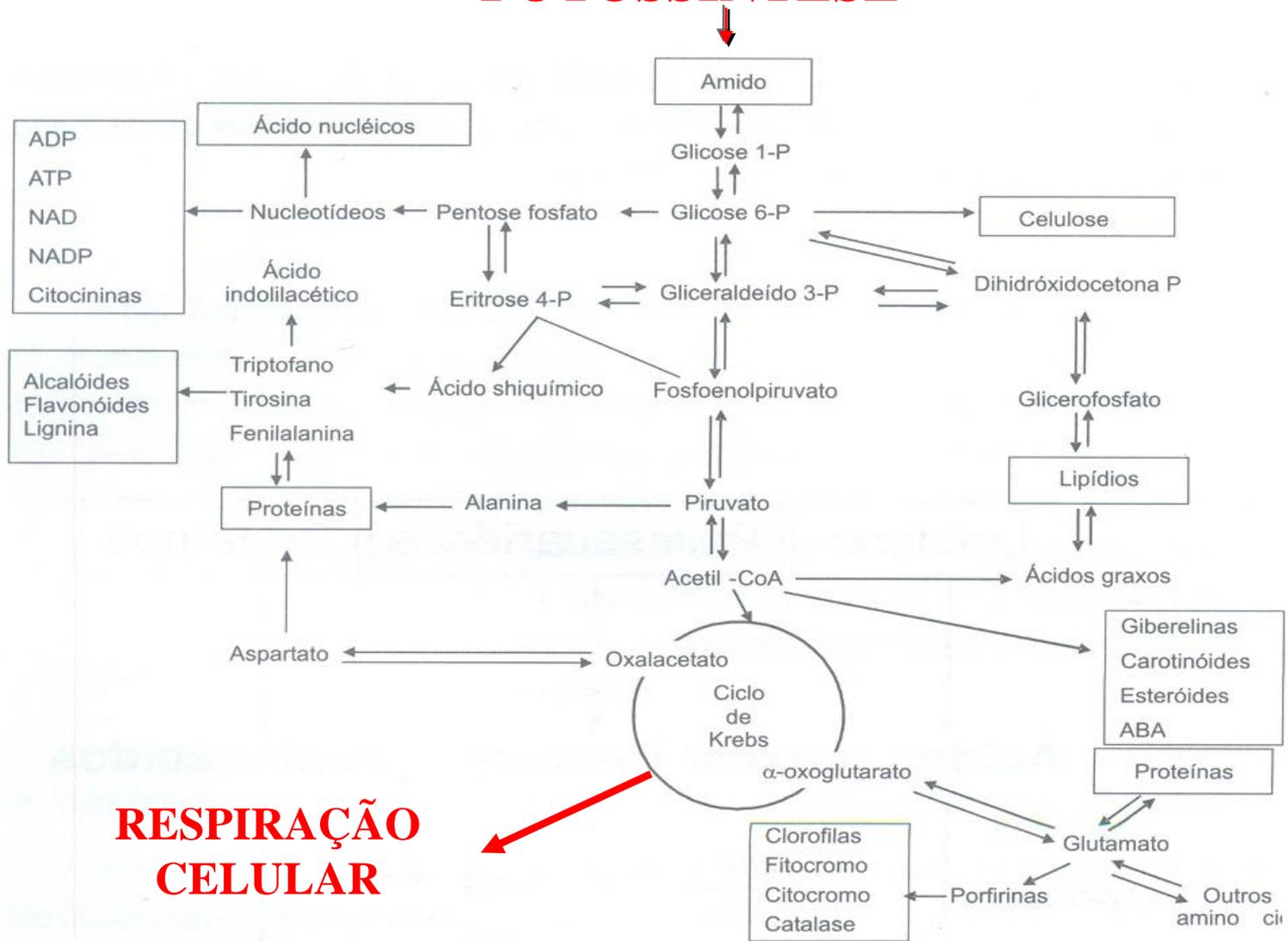
Quando necessário, as plantas promovem um enrolamento das folhas e dependendo da variedade apresentam uma orientação foliar vertical favorável à proteção contra o calor.



Células buliformes ou bulínicas de folha de cana-de-açúcar. São denominadas células motoras.

**QUALA  
IMPORTÂNCIA  
FISIOLÓGICA DA  
FOTOSSÍNTESE?**

# FOTOSSÍNTESE



**RESPIRAÇÃO  
CELULAR**

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

**POR QUÊ UMA  
PLANTA C4  
PRODUZ MAIS?**

	C3	C4
Anatomia	Células esponjosas e paliçádicas	Mesofilo e células da bainha do feixe vascular
Taxa de crescimento (g.dm <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> )	1	4
Estômatos	Abertos durante o dia e fechados à noite	Abertos durante o dia e fechados à noite
Eficiência do uso da água (g CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> H <sub>2</sub> O)	1-3	2-5
Taxa fotossintética ótima (mg CO <sub>2</sub> dm <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> )	30	60
Temperatura ótima	20-30°C	30-45°C
Ponto de compensação de CO <sub>2</sub>	50 ppm	5 ppm
Ponto de saturação de CO <sub>2</sub>	800 ppm	200 ppm
Fotorrespiração	Alta	Baixa
Enzima-chave da carboxilação	Rubisco (apenas)	PEPcase, Rubisco

Capacidade espacial de armazenamento de CO<sub>2</sub>

Maior taxa de conversão de CO<sub>2</sub> em MS

-----

Maior absorção de CO<sub>2</sub> por quantidade de água

Alta produtividade

Metabolismo com altas temperaturas

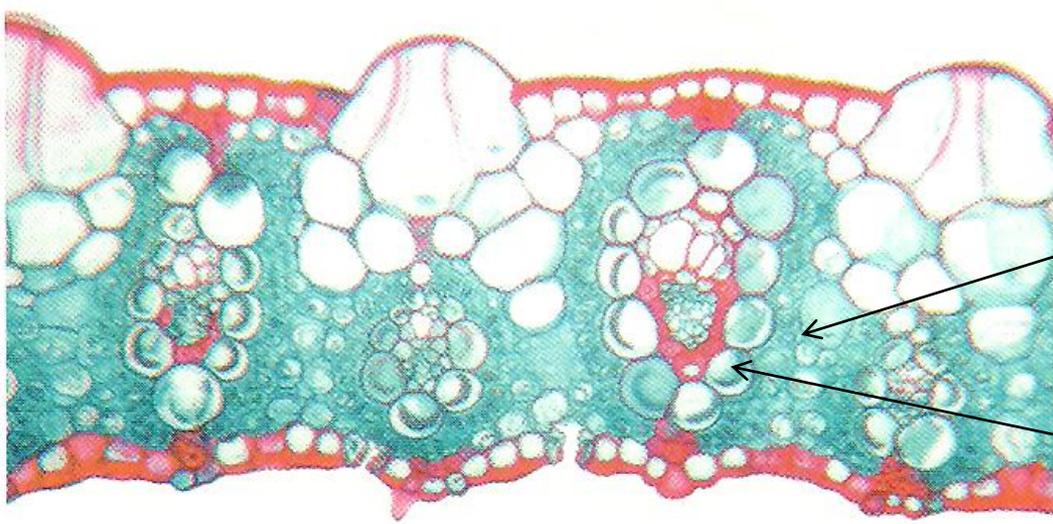
PC - FS=RS  
Com pouco CO<sub>2</sub> liberado pela RS, já começa o aproveitamento de CO<sub>2</sub> para a FS.

C4 tem aproveitamento quase total de CO<sub>2</sub>

2 enzimas para captação de CO<sub>2</sub>.  
Maior eficiência

Menor FOTORRESPIRAÇÃO,  
maior FOTOSSÍNTESE

PS - Com menos CO<sub>2</sub> incorporado já ocorre aproveitamento pela FS.



**MESOFILO**  
**FIXAÇÃO DO CO<sub>2</sub>**

**CÉLULAS DA BAINHA**  
**VASCULAR**  
**CICLO DE CALVIN**

O MESOFILO é o tecido fotossinteticamente mais ativo”

*“A cana-de-açúcar possui arranjos específicos de feixes vasculares que otimizam o aproveitamento de gás carbônico pelo vegetal.”*

“Nas plantas C<sub>4</sub>, geralmente, as células do **MESOFILO** estão, no máximo, a 2 ou 3 células de distância das **CÉLULAS DA BAINHA** mais próximas.”

*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 à  
CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O*

**A cana-de-açúcar transpira menos água por molécula de gás carbônico fixado...**

**A Razão de Transpiração é menor...**

$$\mathbf{RT = \acute{A}GUA_{TRANSPIRADA} / CO_2_{ASSIMILADO}}$$

*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 enzimas.*

*Isso é importante para a construção do aparato responsável pelo acúmulo das reservas.*

# “Os cloroplastos da água de

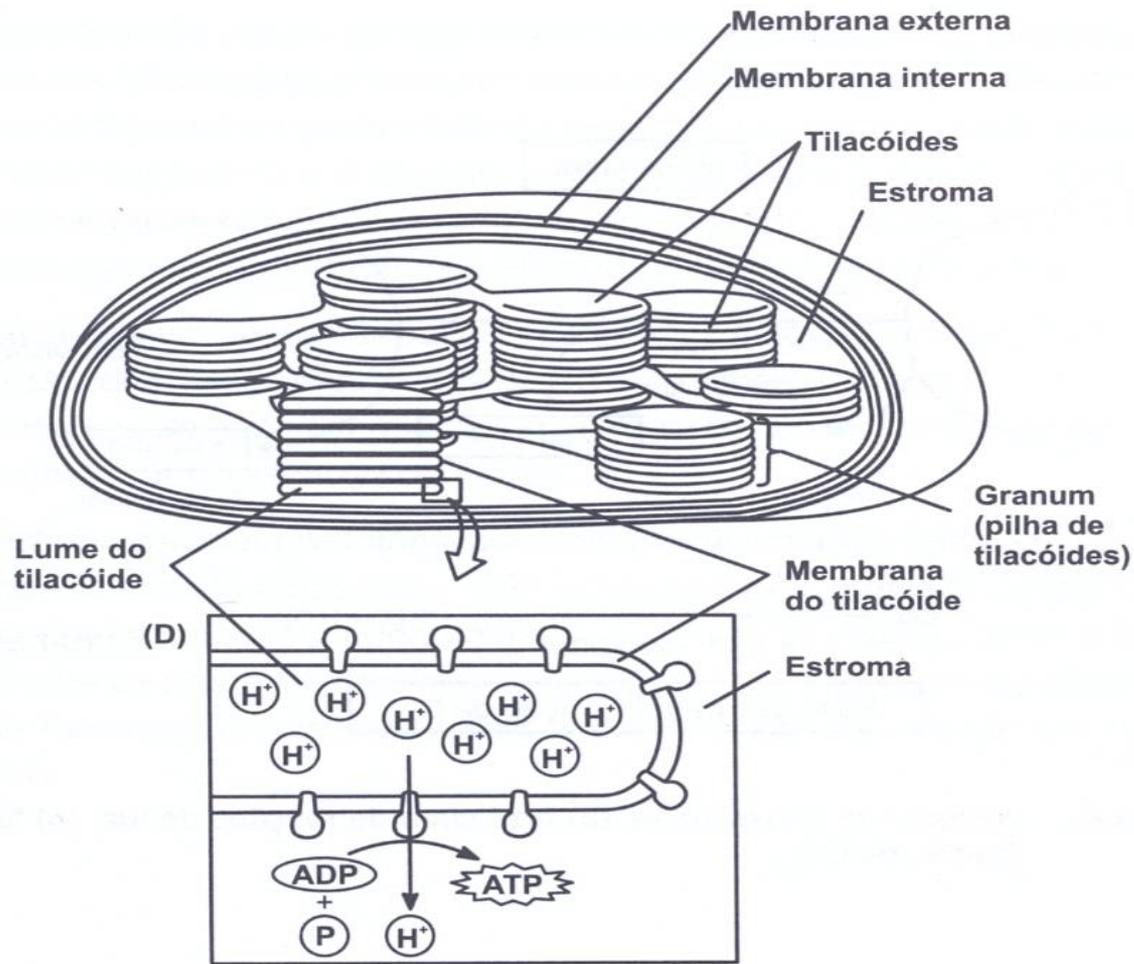


Figura 5.3. O cloroplasto e suas estruturas.

**A QUALIDADE DA  
LUZ INFLUENCIA  
NA PRODUÇÃO?**

# IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DA LUZ

Condição	Unidade fotométrica Kilolux	Unidade radiométrica $\text{J m}^{-2} \text{s}^{-1}$	FFF (400-700 nm) $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
Pleno sol (meio-dia, claro, sem nuvens)	100-130	750-1000 (radiação total) 400-500 (400-700 nm)	1840-2400
Nublado (ao meio dia)	14-16	55-65 (400-700nm)	250-300
Muito sombreado (floresta)	0,8	3 (400-700nm)	15

Kilo =  $10^3$

# Sob farta intensidade de luz ocorre maior formação de perfilhos

Em regiões com luminosidade deficiente ou nubladas em excesso, adubações pesadas e irrigação não produzem efeito na cana-de-açúcar. Além disso, os colmos são mais finos.

(Castro e Kluge, 2001) - Adaptado

**Porém, com alta insolação e  
déficit hídrico acentuado  
podem ocorrer danos físicos  
ao sistema de antenas do  
aparelho fotossintético...**

(a)

FASE CLARA / FOTOQUÍMICA /  
FOTODEPENDENTE

Coloração amarelada dos  
carotenoides, responsáveis  
pela proteção da  
Fotossíntese...

FASE ESCURA /  
FOTÓQUÍMICA /  
FOTODEPENDENTE

M

M

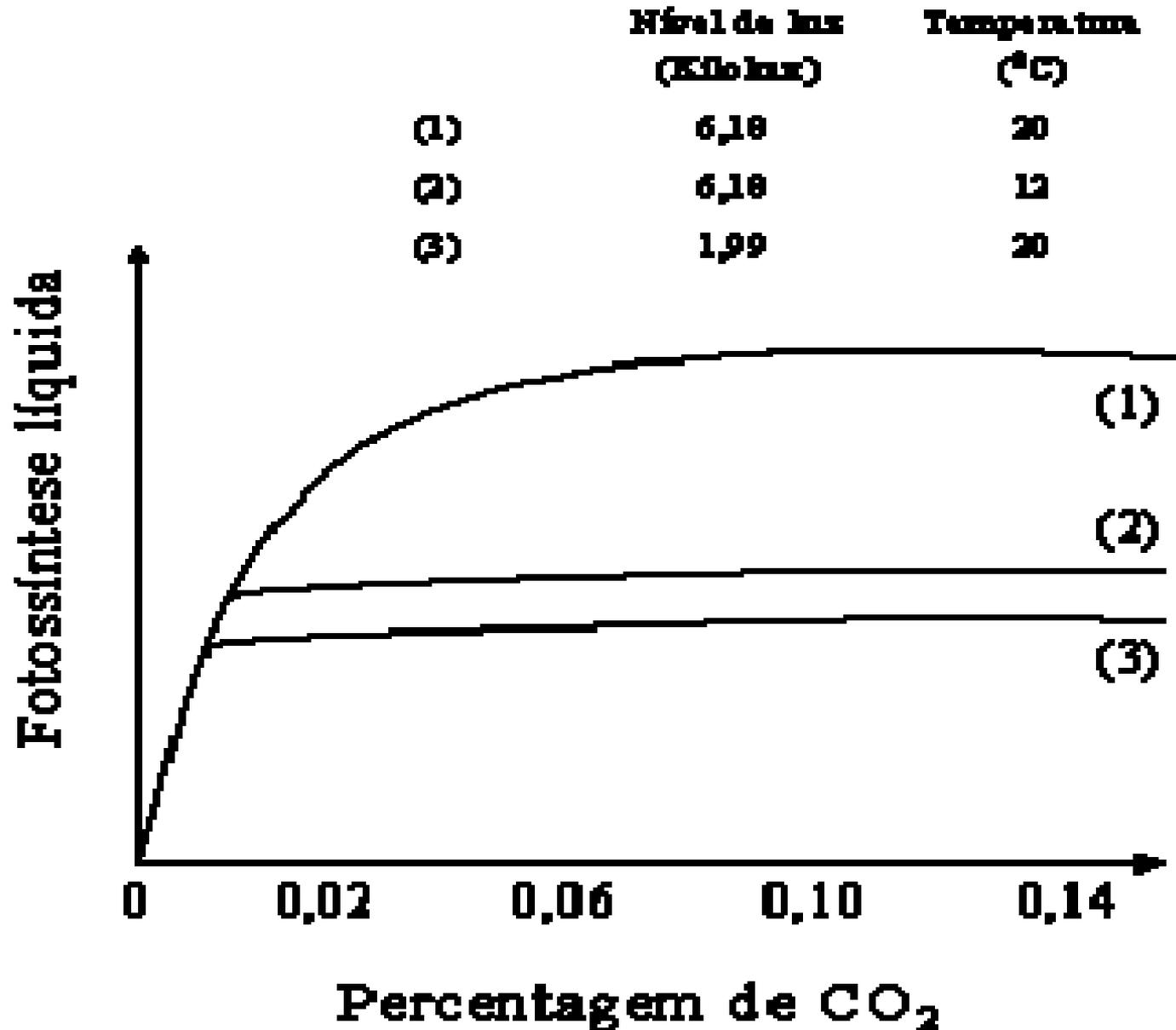
(b)



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

Plantas cultivadas em alta luminosidade absorvem íons mais rapidamente quando comparadas com aquelas mantidas em baixa irradiância.

# PONTO DE SATURAÇÃO DE CO<sub>2</sub>



*Na cana-de-açúcar a maior porção de luz incidente é interceptada pelas seis folhas localizadas mais ao ápice*

*Cada entrenó produz uma nova folha em cerca de dez dias, e uma folha mais velha senesce, deixando um número constante de oito a nove folhas por colmo.*

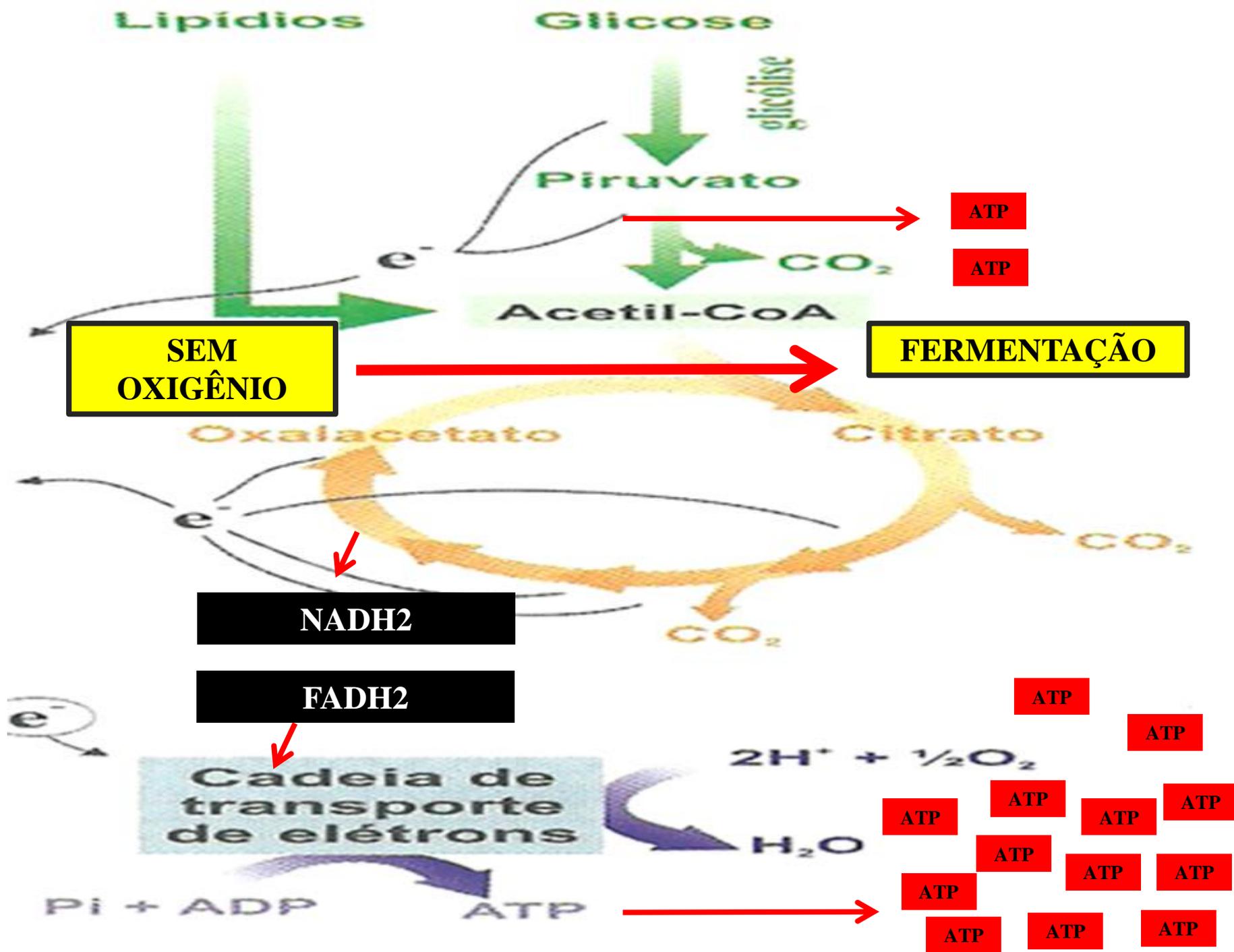
**(Leite, 2005)**

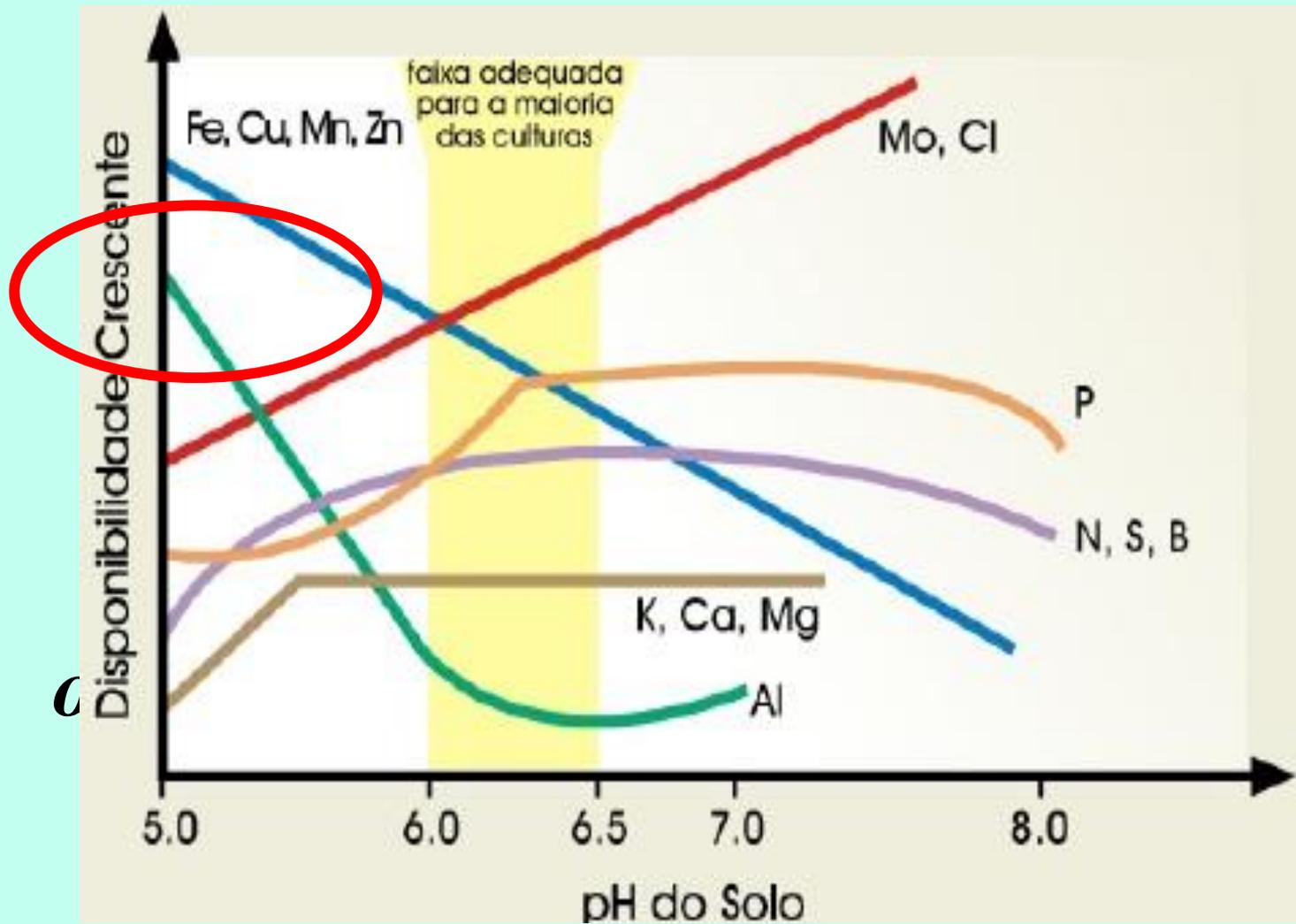
**QUAL A RELAÇÃO  
ENTRE RESPIRAÇÃO  
CELULAR  
E CRESCIMENTO  
RADICULAR?**

**AS PLANTAS EXIBEM CRESCIMENTO LENTO  
OU RETARDADO QUANDO CULTIVADAS EM  
SOLOS POUCO AREJADOS  
OU  
SATURADOS COM ÁGUA**



**Nessas condições, o sistema radicular não respira adequadamente, passando a produzir pouco ATP e diminuindo a absorção de nutrientes.**





*o solo*

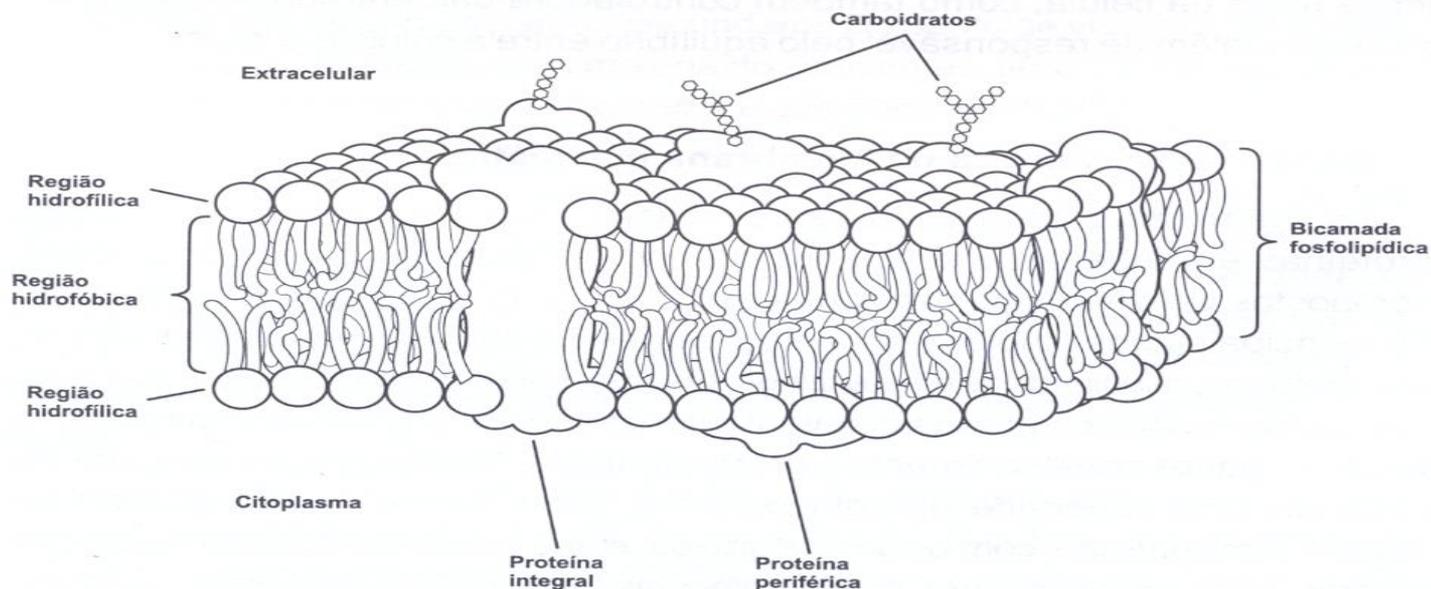
*a*

*cidos*

*ade de*

*ntas.*

Com pH muito baixo do solo pode haver perda da conformação natural de proteínas que compõem as **MEMBRANAS CELULARES LIPOPROTEICAS**, prejudicando o processo de absorção de nutrientes.



**Figura 1.3.** Representação esquemática da membrana plasmática de uma célula vegetal, consistindo de proteínas embebidas em uma bicamada fosfolipídica (adaptado de Taiz & Zeiger, 1998).

**ASPECTOS  
ACERCA DA  
TRANSPIRAÇÃO**

**Na cana-de-açúcar em cada **TONELADA**  
de matéria fresca, aproximadamente  
**SETECENTOS QUILOS** são de água...**

**Rachaduras na cutícula e injúrias nas  
folhas causadas por vento, pragas ou  
moléstias, podem aumentar a perda de  
água pelo vegetal.**

**A circulação de ar ao redor das folhas diminui a temperatura da superfície vegetal, pois a evaporação da água requer energia.**

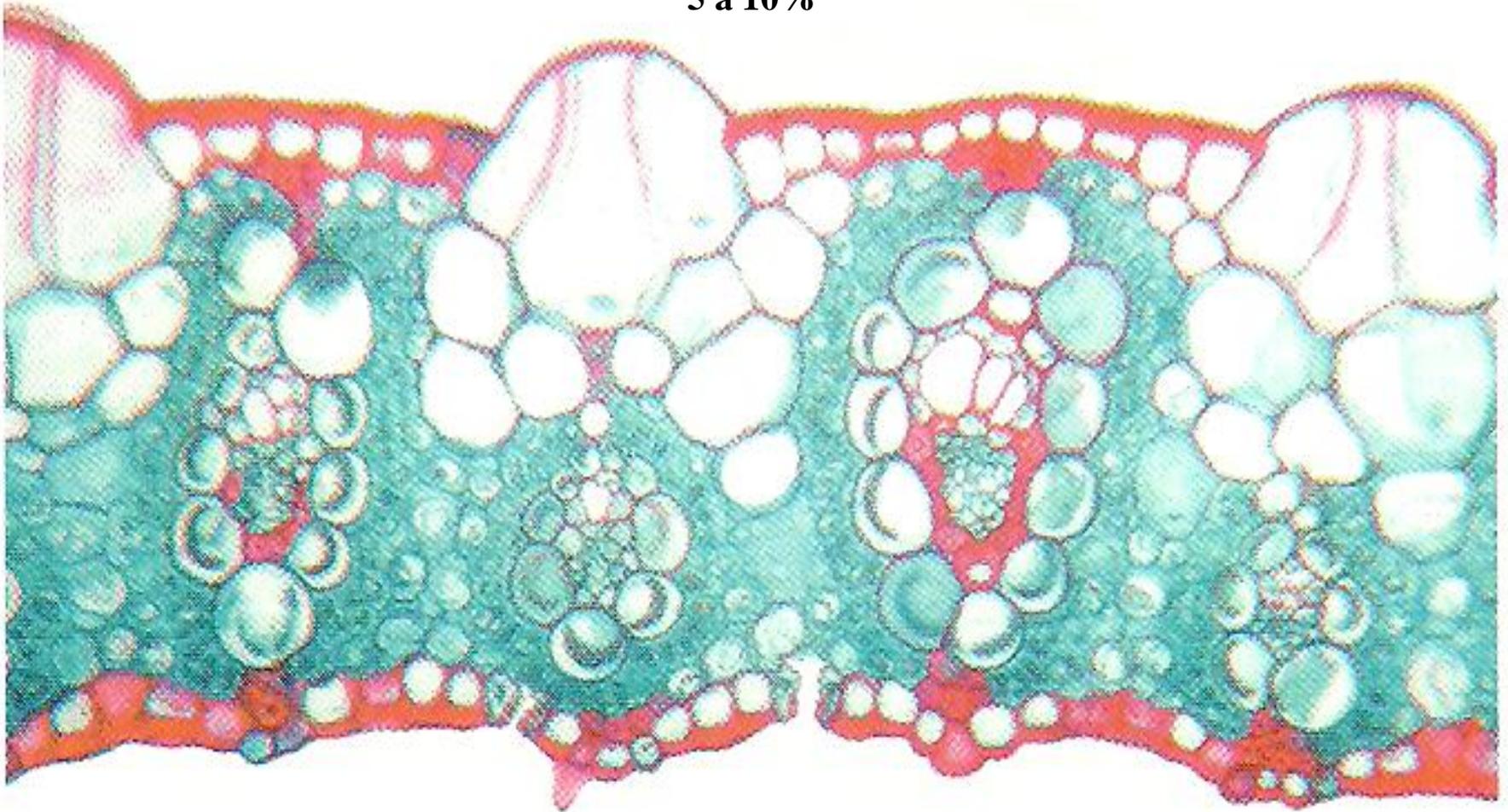
**ÁGUA = ALTO CALOR ESPECÍFICO**

O calor acumulado sobre uma folha exposta à luz solar plena é muito alto e poderia aquecer a superfície foliar até  $100^{\circ}\text{C}$ , caso toda a energia solar fosse absorvida e não houvesse perda de calor.

Sob luz solar plena, a superfície das folhas pode rapidamente alcançar entre 4 a  $5^{\circ}\text{C}$  acima da temperatura ambiente.

$$T_{\text{total}} = T_{\text{cuticular}} + T_{\text{estomatar}}$$

FÍSICO                      FISIOLÓGICO  
5 a 10%

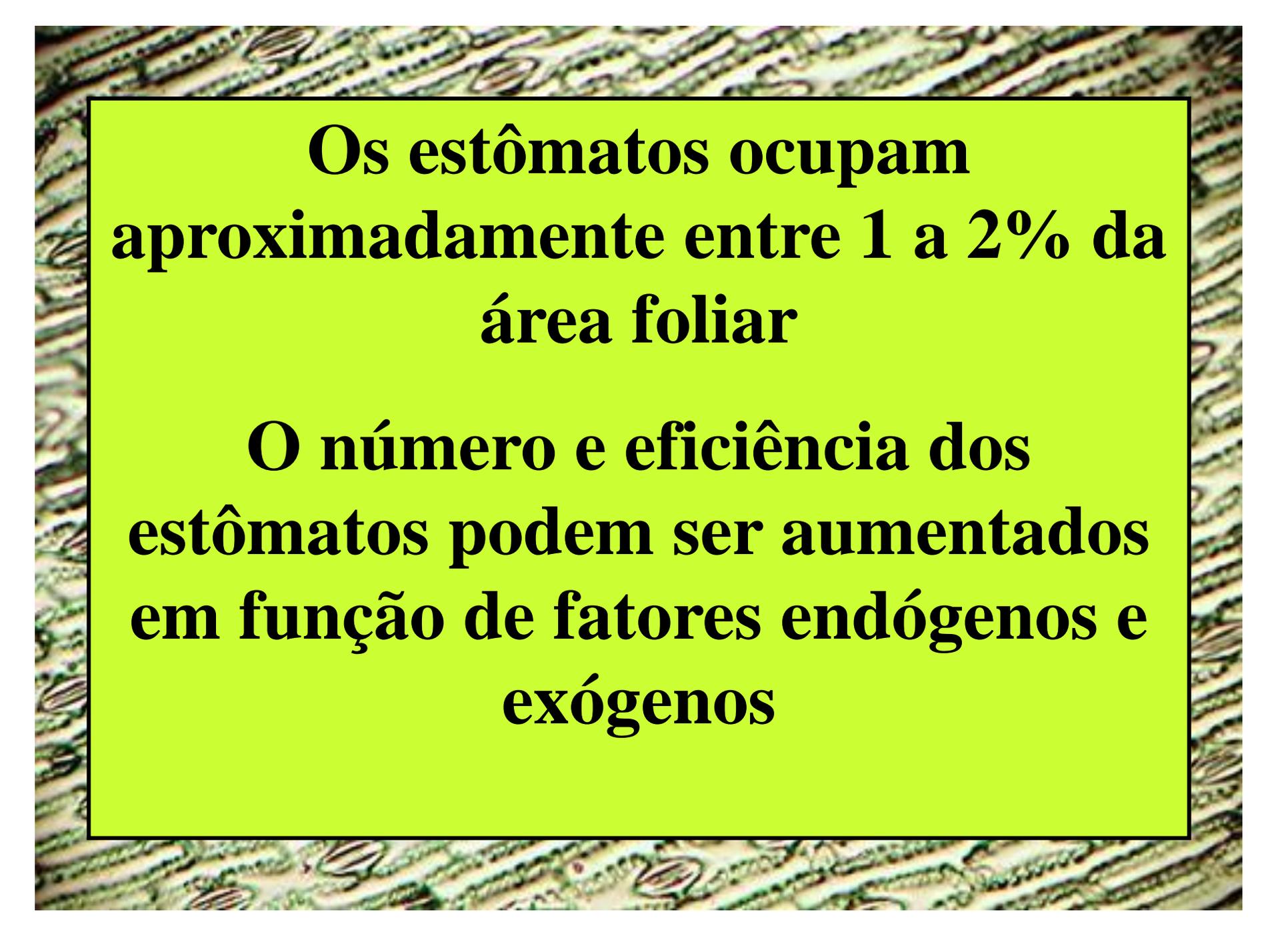


**Table 2** - Mean values of stomata density on the adaxial and abaxial surfaces (DAD and DAB), and trichome density on the adaxial and abaxial surfaces (TAD and TAB) in sugar cane genotypes

Genotype	Stomata mm <sup>-2</sup>		Trichomes mm <sup>-2</sup>	
	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)



**Os estômatos ocupam  
aproximadamente entre 1 a 2% da  
área foliar**

**O número e eficiência dos  
estômatos podem ser aumentados  
em função de fatores endógenos e  
exógenos**

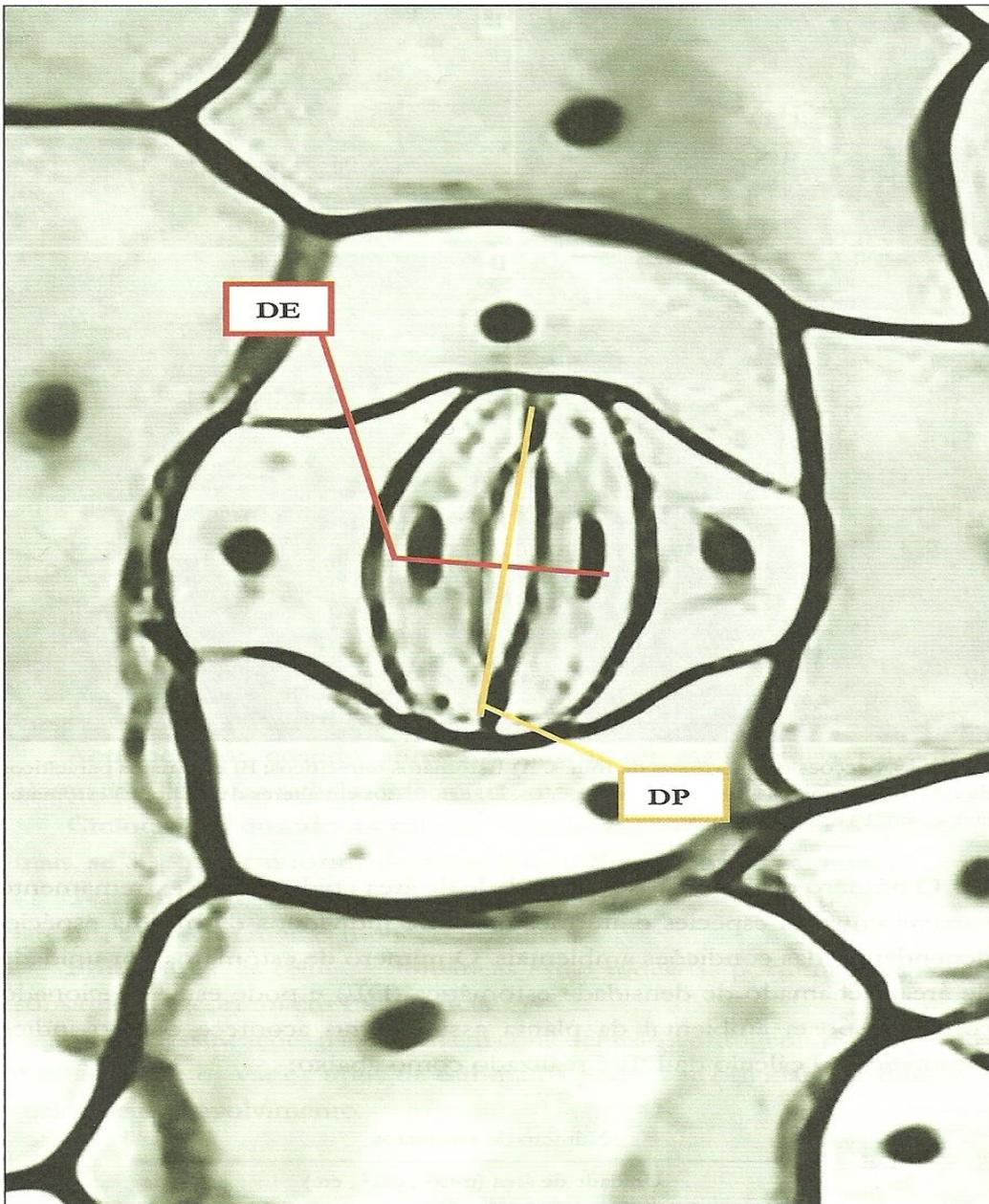
Tabela 6. Características anatômicas de folhas de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) submetidas a diferentes doses de gesso agrícola aplicado no solo, por ocasião da colheita em 2009, ou seja, dois anos após a aplicação dos tratamentos. Dracena, 2011.



FACE ABAXIAL							
Tratamentos	NE	NC	POL ( $\mu\text{m}$ )	QUE ( $\mu\text{m}$ )	DE	FUN	IE (%)
0 t ha <sup>-1</sup>	11,75 b	58,50	44,84	26,09	150,89 c	1,72	0,20
1 t ha <sup>-1</sup>	12,38 a	61,00	46,22	27,57	158,92 b	1,68	0,20
2 t ha <sup>-1</sup>	12,50 a	58,63	45,89	25,22	160,52 b	1,82	0,21
4 t ha <sup>-1</sup>	12,38 a	61,38	45,80	26,37	158,92 b	1,74	0,20
8 t ha <sup>-1</sup>	13,63 a	63,00	45,44	25,62	174,97 a	1,77	0,22

FACE ADAXIAL							
Tratamentos	NE	NC	POL ( $\mu\text{m}$ )	QUE ( $\mu\text{m}$ )	DE	FUN	IE (%)
0 t ha <sup>-1</sup>	6,38 b	53,50	46,23	25,08	81,87 b	1,84	0,12 b
1 t ha <sup>-1</sup>	6,38 b	54,00	47,11	25,49	81,87 b	1,85	0,12 b
2 t ha <sup>-1</sup>	6,38 b	46,25	47,03	25,20	81,87 b	1,87	0,14 a
4 t ha <sup>-1</sup>	7,13 a	46,00	46,78	25,16	91,50 a	1,86	0,16 a
8 t ha <sup>-1</sup>	7,25 a	50,88	46,88	25,28	93,10 a	1,85	0,14 a

Médias diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott à  $P < 0,05$ . NE = número de estômatos por campo; NC = número de células epidérmicas por campo; POL = diâmetro polar dos estômatos; QUE = diâmetro equatorial dos estômatos; DE = densidade estomática (estômatos por mm<sup>2</sup>); FUN = funcionalidade estomática (relação POL/QUE); IE = índice estomático.



# Funcionalidade Estomática

**FE = diâmetro polar /  
diâmetro equatorial**

**Quanto maior o valor  
de F,  
mais funcional será o  
estômato**

Figura 16. Medidas do diâmetro equatorial (DE) e diâmetro polar (DP) de um estômato.

**COMO A PRESENÇA DE  
PLANTAS DANINHAS  
INTERFERE NA  
PRODUTIVIDADE?**

TABELA 21A - Resultados médios dos valores de Açúcar Teórico Recuperável (ATR), em kg/t de colmos, de duas variedades de cana-de-açúcar, sob cinco intensidades de capinas.

Intensidades de capinas	Variedades		
	RB72-454	SP70-1143	Média
Ausência de capina	106,02	76,36	91,18 b
1 capina (30 dias)	125,09	89,94	107,51 a
2 capinas (30/60 dias)	132,39	96,65	114,52 a
3 capinas (30/60/90 dias)	125,29	100,31	112,80 a
Sempre capinado	130,41	85,06	107,73 a
Média	123,83 A	89,66 B	

**DIFERENÇA ENTRE  
VARIETADES**

Médias seguidas de mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

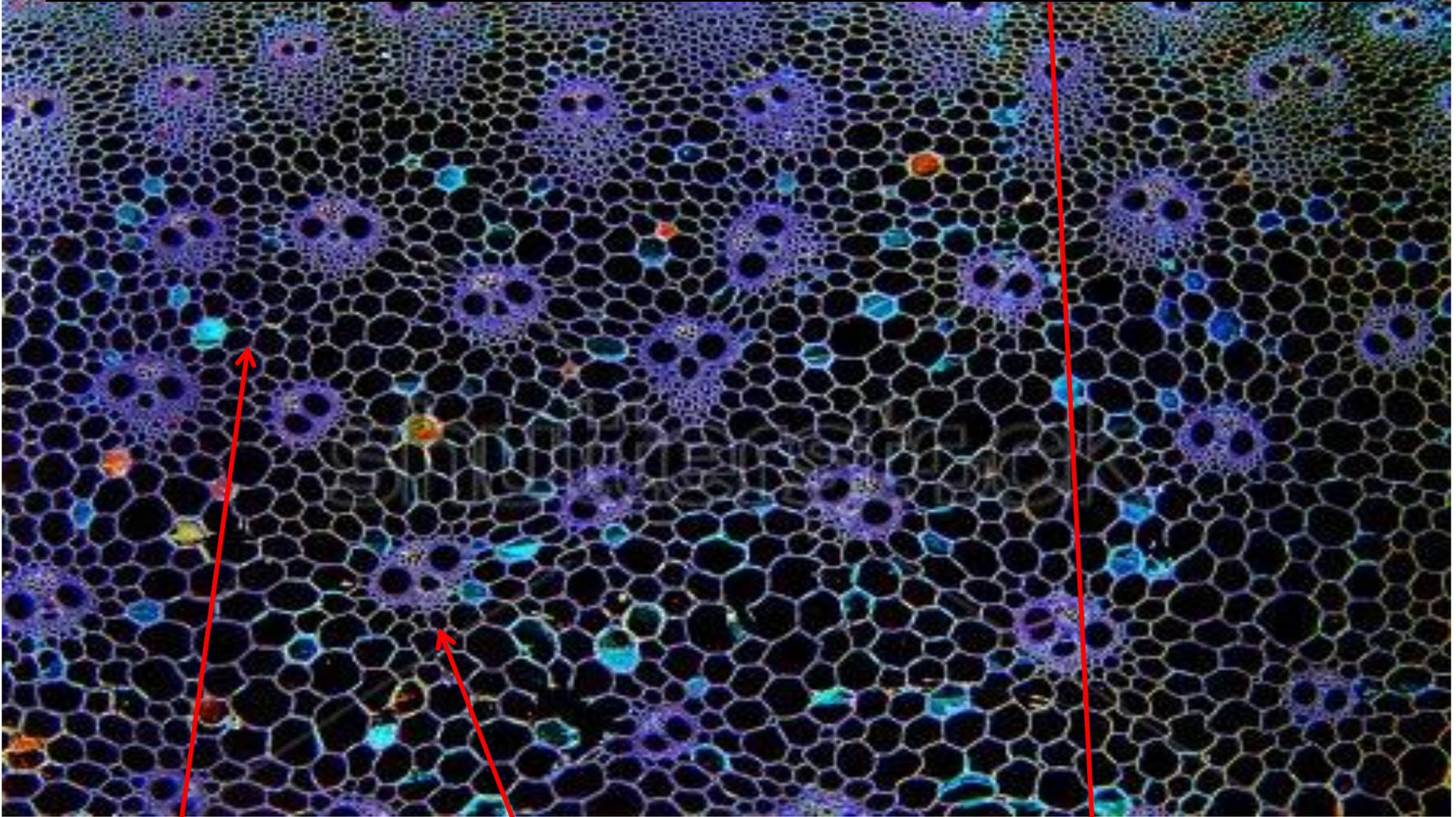
Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha, diferem entre si.

A matocompetição aumenta o teor  
de fibras...

As fibras são feixes fibrovasculares.

Nos entrenós estão praticamente  
posicionados de forma paralela uns  
aos outros.

# A disposição de feixes vasculares possuem estrutura **ATACTOSTÉLICA**



**Parênquima**

**Feixes vasculares**

**Epiderme**

**PRAGAS E PATÓGENOS  
ATACAM OS TECIDOS  
PARA OBTENÇÃO DE  
ABRIGO E NUTRIENTES...**

Os órgãos vegetais são ricos em amido, celulose e pectina, além de outros componentes, que serão desdobrados por enzimas específicas dos invasores.



Figura 20: Raspagem e perfuração da gema realizada por lagarta de *D. saccharalis*.

# *Eldana saccharina* - broca da cana-de-açúcar - Lepidoptera

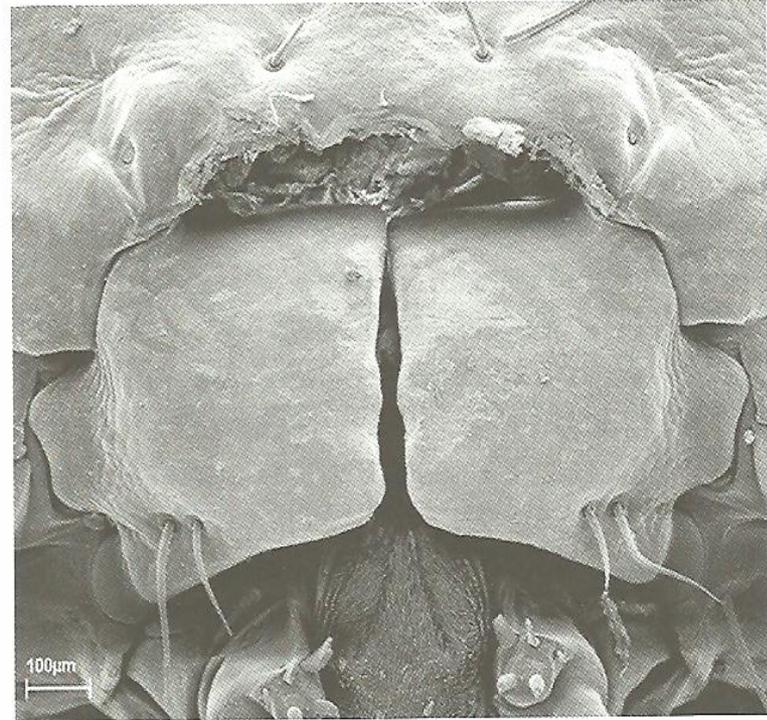
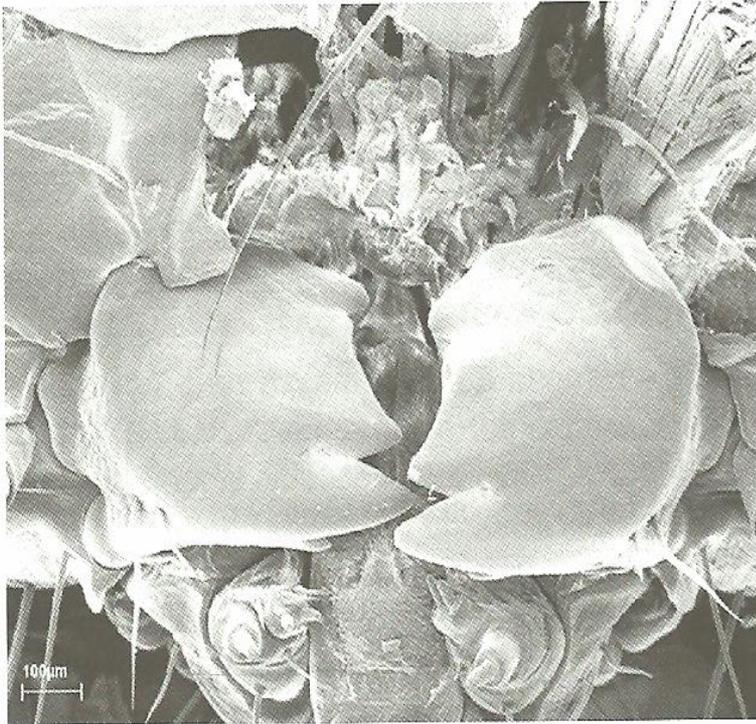


Figura 2. Mandíbulas de larvas de *E. saccharina* alimentadas com folhas de cana-de-açúcar tratada (à direita) e não tratada com silício (à esquerda) (Fonte: KVEDARAS et al., 2005).

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

“O POTÁSSIO AUMENTA A  
ESPESSURA DA CUTÍCULA  
FOLIAR, DIMINUINDO A  
POSSIBILIDADE DE  
OCORRÊNCIA DE MANCHA  
OCULAR”

Na cana-de-açúcar, um fator negativo é o tamanho das folhas que, em função de sua grande superfície de contato, estão mais expostas às variações de temperatura do ambiente.

A presença de ceras e tricomas, ou pêlos, são importantes adaptações, a fim de que os vegetais tenham maior resistência ao calor.

# FOLHAS LANCEOLADAS



JOÇAL?

# IAF – ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR

$$\text{IAF} = \frac{\text{Soma de toda superfície foliar}}{\text{Área do solo}}$$

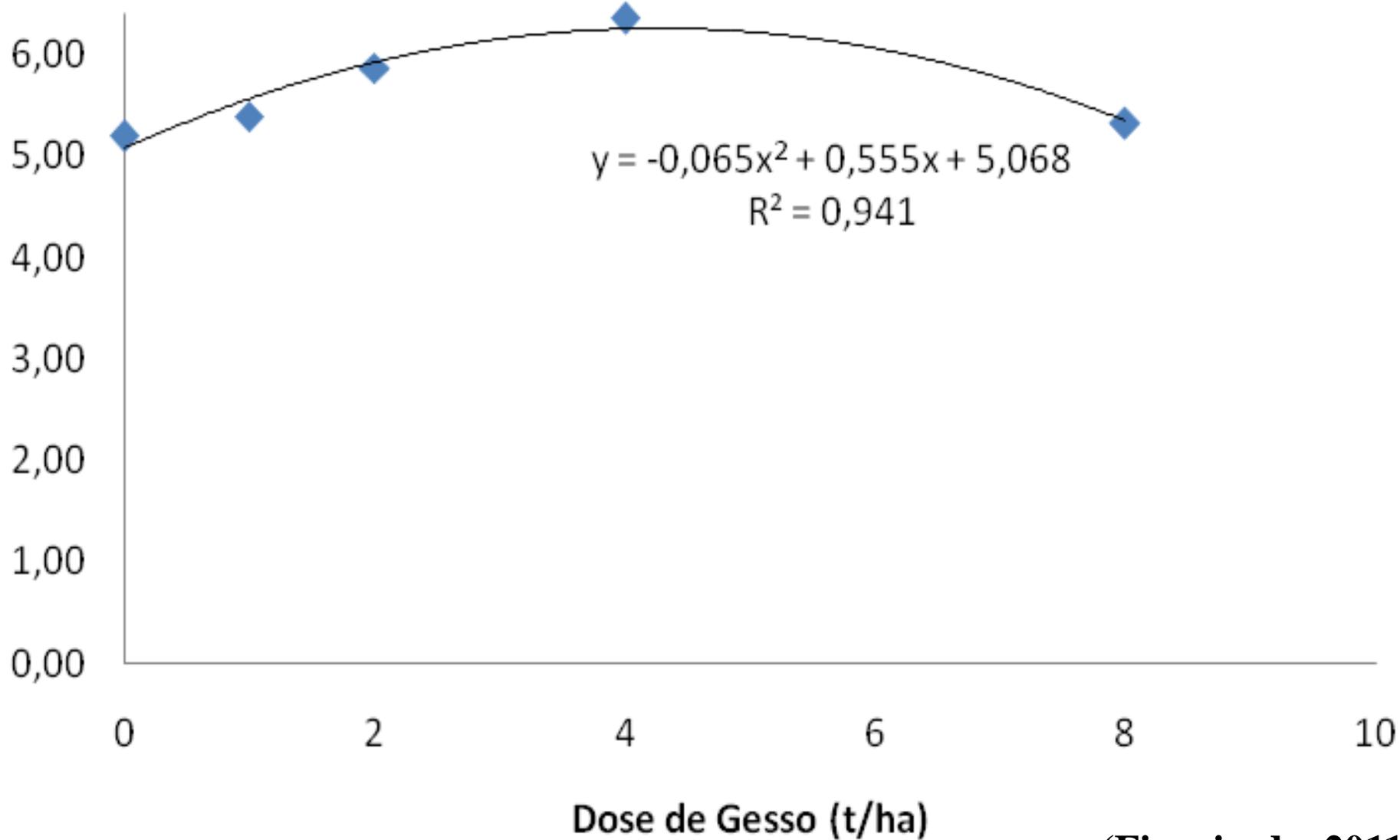
# IAF – ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR

Um aumento no IAF proporciona aumento de produção de biomassa.

No entanto, devido ao autosombreamento provocado pelas folhas a taxa fotossintética decresce.

Nessas condições, as folhas inferiores são mais sombreadas.

# IAF



(Figueiredo, 2011)

Em solos arenosos os espaçamentos mais estreitos são mais indicados, pois permitem que o fechamento da entrelinha ocorra mais rapidamente, facilitando o controle de plantas daninhas.



A falta de paralelismo no sulco afeta o IAF e a qualidade final do plantio.

**ENTRE ADUBAR E  
IRRIGAR, POR  
QUAL DECIDIR?**

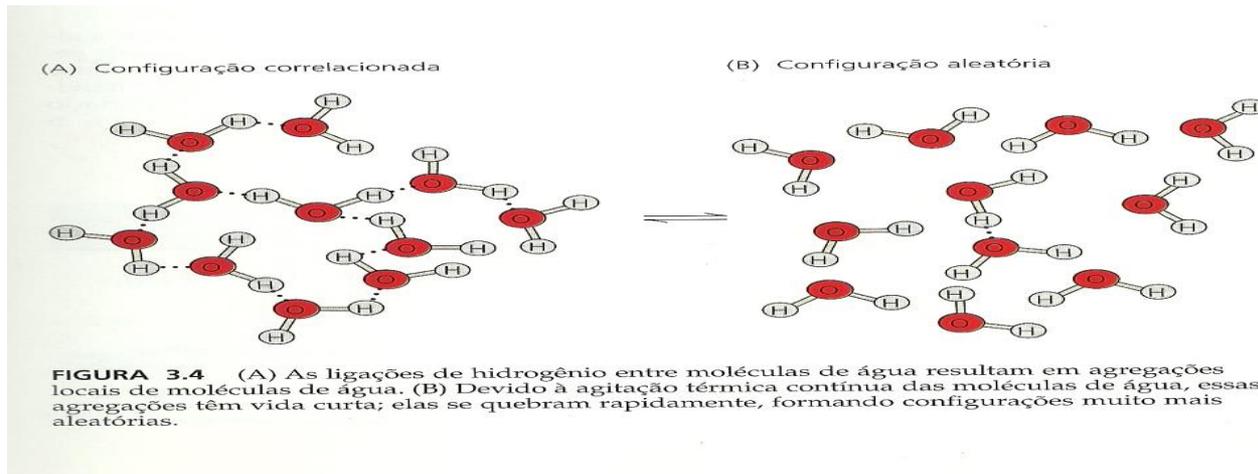
Tabela 4. Produtividade ( $t.ha^{-1}$ ), perfilhamento ( $colmos.m^{-1}$ ), açúcar teórico recuperável – ATR ( $kg.ha^{-1}$ ) e massa de matéria seca ( $kg.ha^{-1}$ ), obtidos no ciclo da cana-planta da variedade RB 72 454, submetida a diferentes frequências de irrigação. FCA/Unesp, Botucatu, SP, 2000.

Tratamentos	Produtividade <sup>1</sup> ( $t.ha^{-1}$ )	Perfilhamento ( $colmos.m^{-1}$ )	ATR ( $kg.ha^{-1}$ )	Produção de matéria seca	
				%	( $kg.ha^{-1}$ )
L <sub>1</sub>	297,95 a	27,81 a	45.597,04 ab	29,65	88489,5 a
L <sub>2</sub>	320,60 a	27,06 a	49.973,05 a	29,40	94312,1 a
L <sub>3</sub>	282,84 a	27,00 a	42.173,80 b	29,38	83089,9 a
L <sub>0</sub>	202,23 b	22,63 b	30.090,20 c	29,23	59259,6 b
C.V. (%)	6,85	7,88	5,67	3,14	9,14

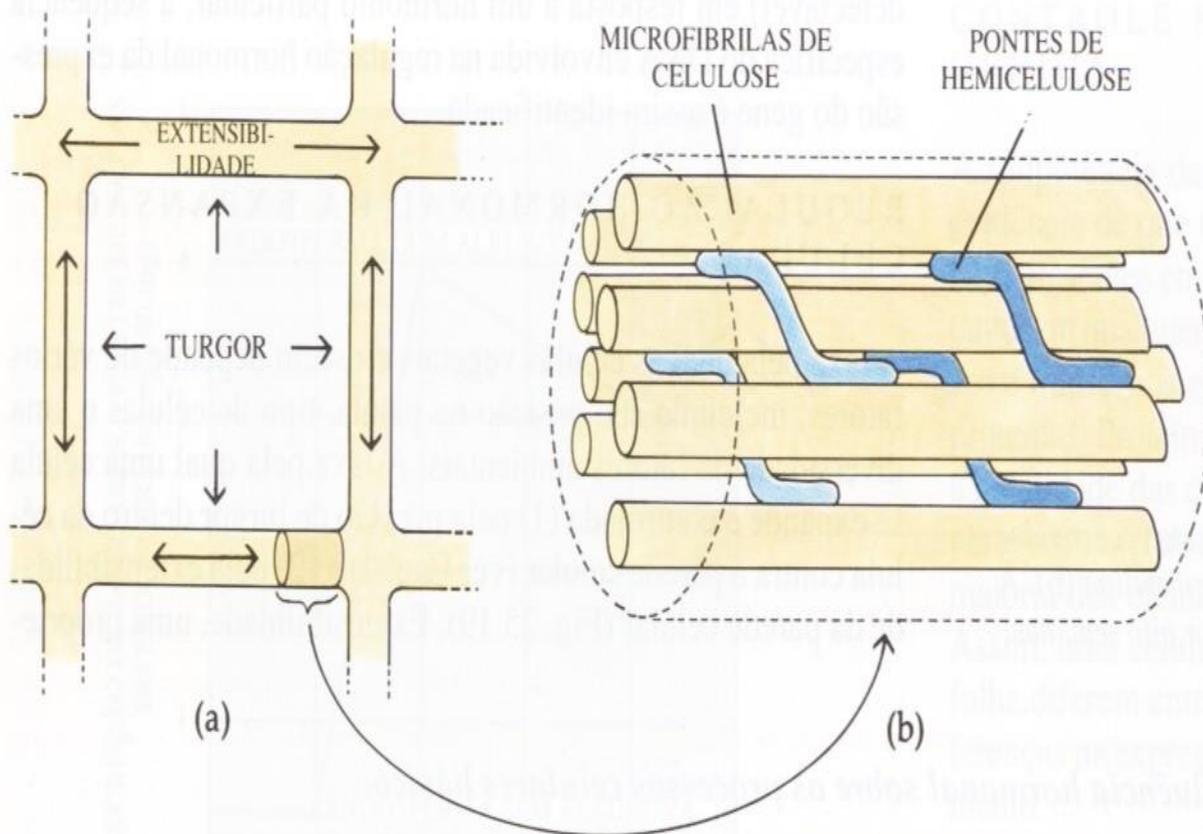
Os tratamentos L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, e L<sub>3</sub> referem-se às parcelas consideradas de alta, média e baixa frequência de irrigação. O tratamento L<sub>0</sub> não foi irrigado.

Sob deficiência hídrica devem ser evitadas adubações maciças ou a utilização de água de irrigação rica em sais...

**AUMENTO DE SOLUTOS  
E  
DIMINUIÇÃO DO POTENCIAL HÍDRICO**

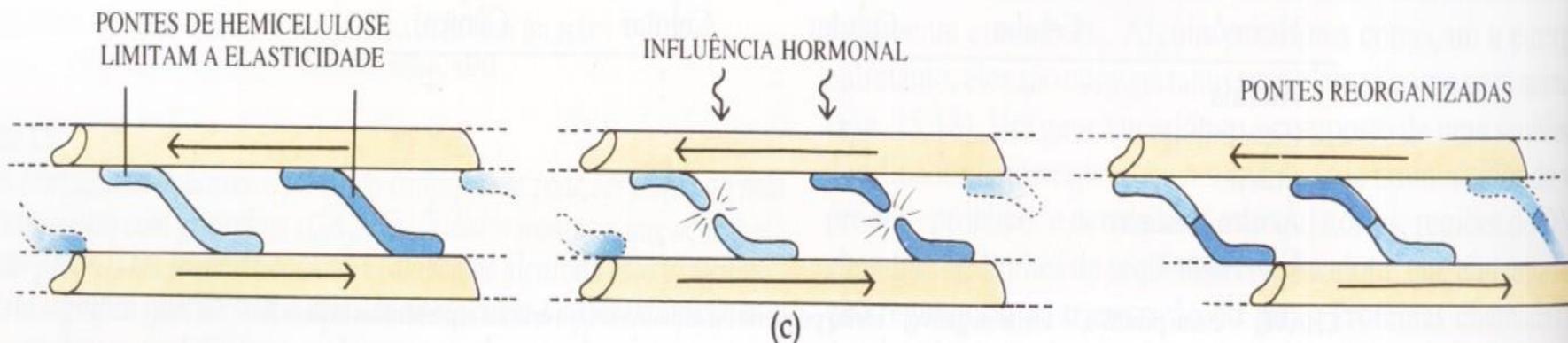


Qual a relação entre  
disponibilidade de  
água e divisão  
celular ?



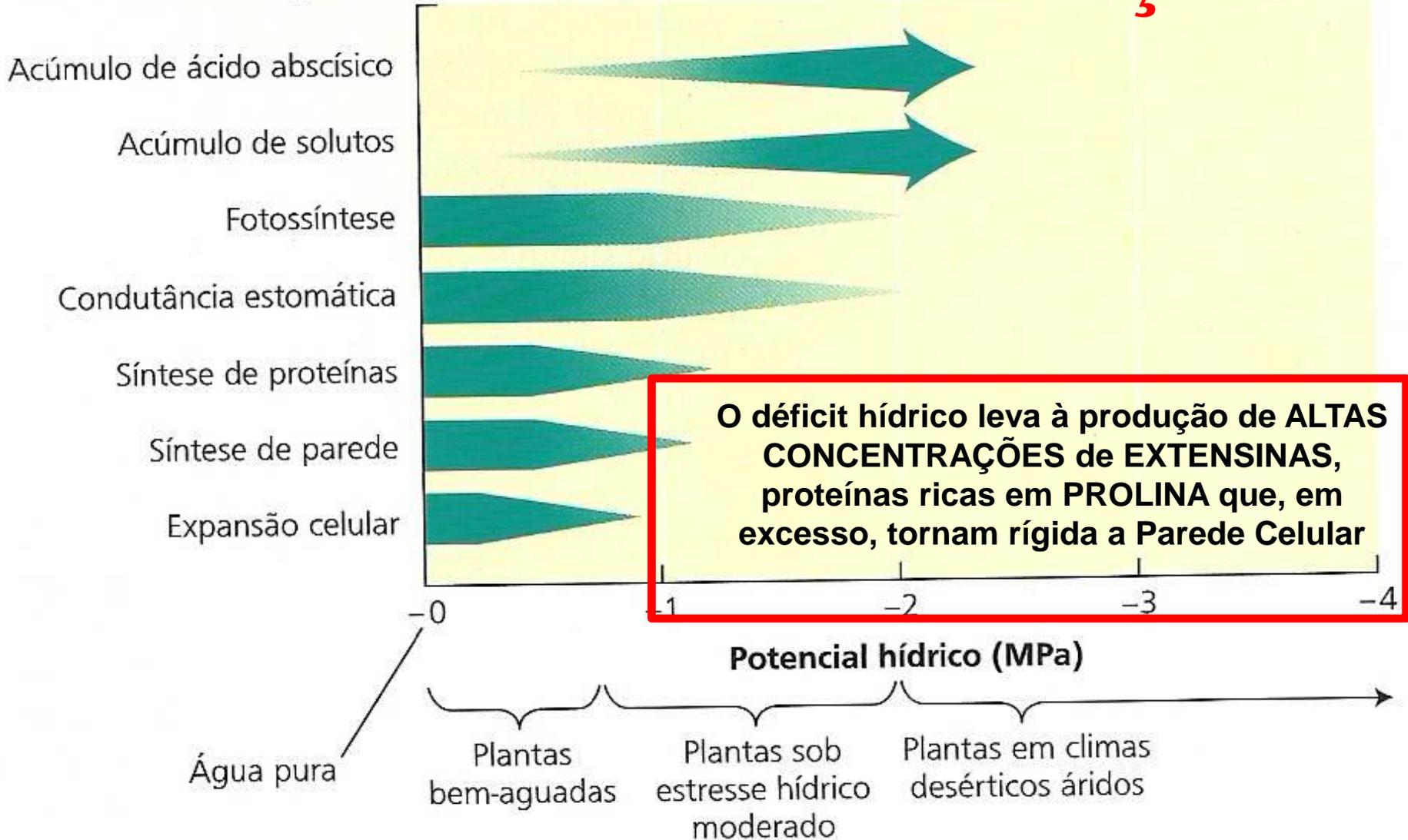
25.19

Regulação hormonal da taxa de expansão celular. (a) Pressão de turgor dentro da célula dirigida sobre a parede celular. (b) A distensão da parede celular é necessária para a expansão celular mas é limitada por pontes de hemicelulose entre as microfibrilas de celulose. (c) Hormônios podem causar um aumento na extensibilidade por estimularem uma clivagem reversível das pontes de hemicelulose. Um hormônio, tal como a auxina, pode induzir a clivagem das pontes de hemicelulose, permitindo que as microfibrilas de celulose deslizem umas sobre as outras. Considera-se que as pontes de hemicelulose sejam então reorganizadas. Microfibrilas de celulose podem também distanciar-se umas das outras (ver Fig. 25.20).



# DESIDRATAÇÃO

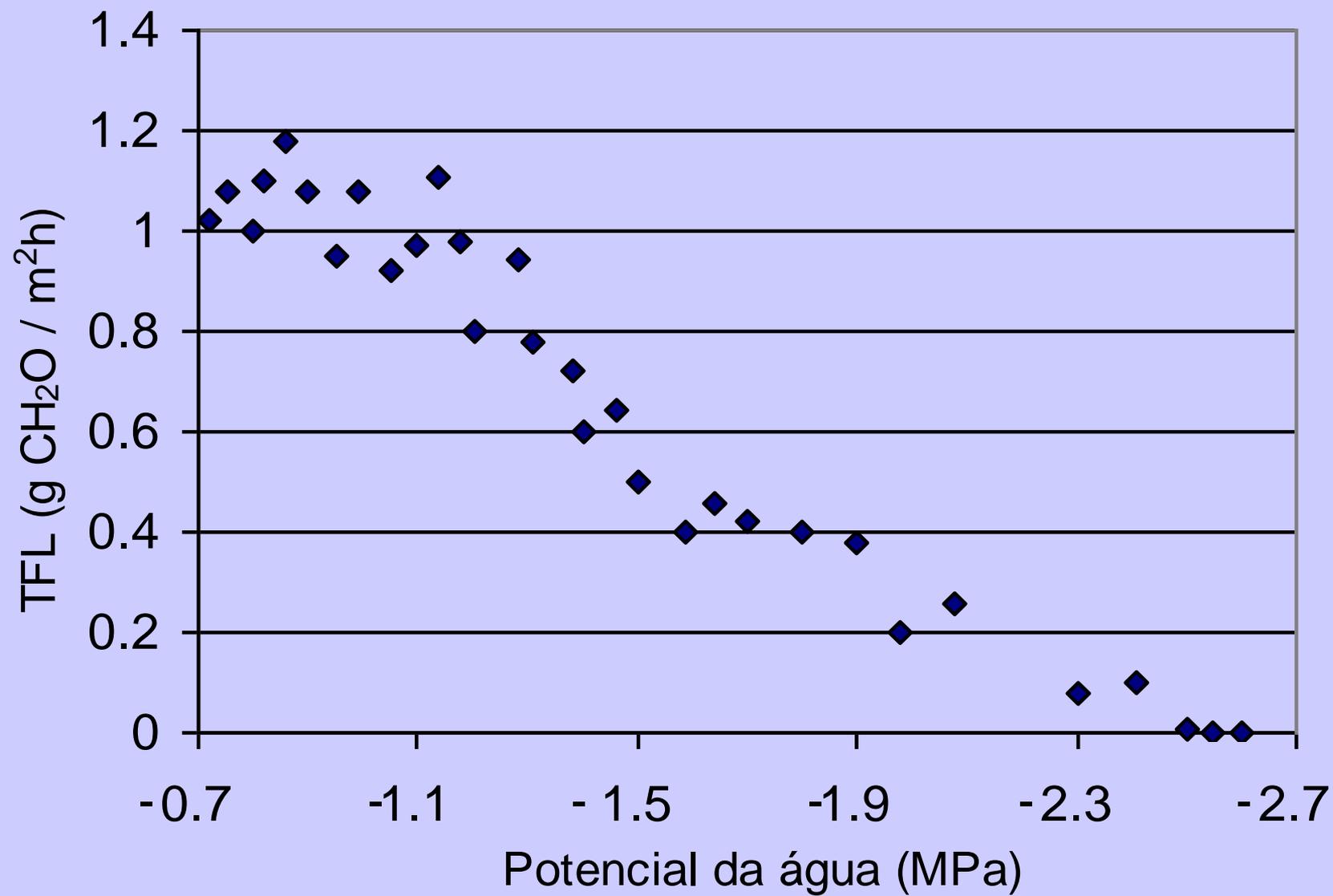
Mudanças fisiológicas devido à desidratação:



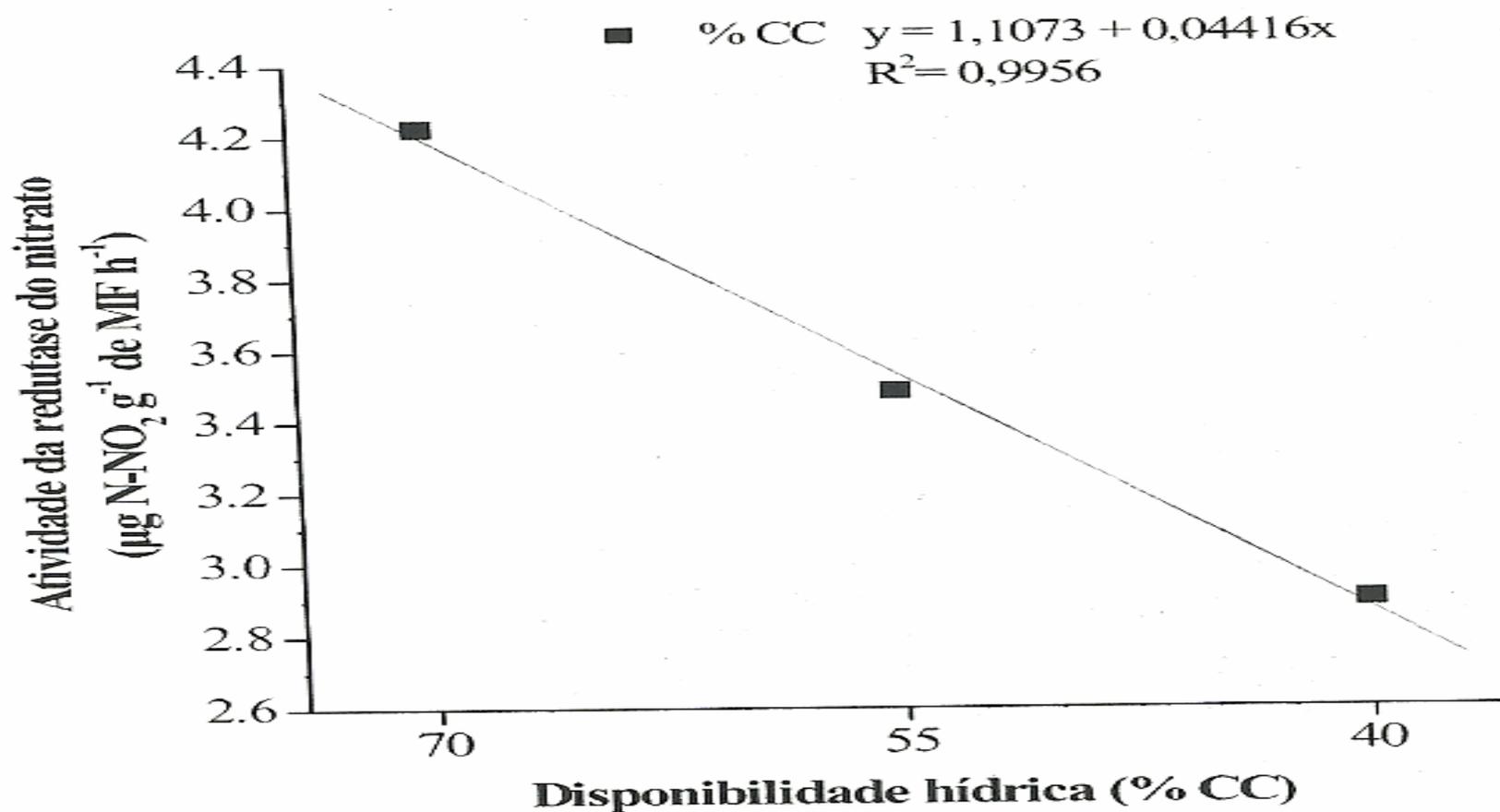
*Tabela 1. Relação entre o potencial de água do solo e o desenvolvimento de brotos e raízes do tolete da cana-de-açúcar, após 140 horas do plantio (Fonte: SING e SRIVASTAVA, 1973).*

<b>Potencial de água no solo (atm)</b>	<b>% de brotação</b>	<b>Altura de brotos (mm)</b>	<b>Matéria seca dos brotos (g)</b>	<b>Matéria seca das raízes* (g)</b>	<b>Comprimento de raízes* (mm)</b>
0	86,77	58,9	97,8	198,7	130
5	80,78	36,5	84,7	198,8	75,5
10	76,17	26,1	62,5	166,0	43,9
15	65,55	18,0	35,2	148,1	31,3
20	48,68	4,0	7,1	41,9	15,2
30	14,30	0,2	2,0	4,5	1,6
DMS 5%	6,33	12,8	9,5	17,1	10,4

\* Referente às raízes de uma gema.



**Figura 1.** Atividade da enzima redutase do nitrato na folha+1 de plantas jovens de cana-de-açúcar, cv. IAC91-5155, sob efeito da disponibilidade hídrica, aos 60 dias sob estresse. Jaboticabal, SP. 2006. %CC – Capacidade de campo; MF – Massa fresca.



Qual a participação  
da água na Fase  
Fotoquímica da  
Fotossíntese?

# FASE FOTOQUÍMICA

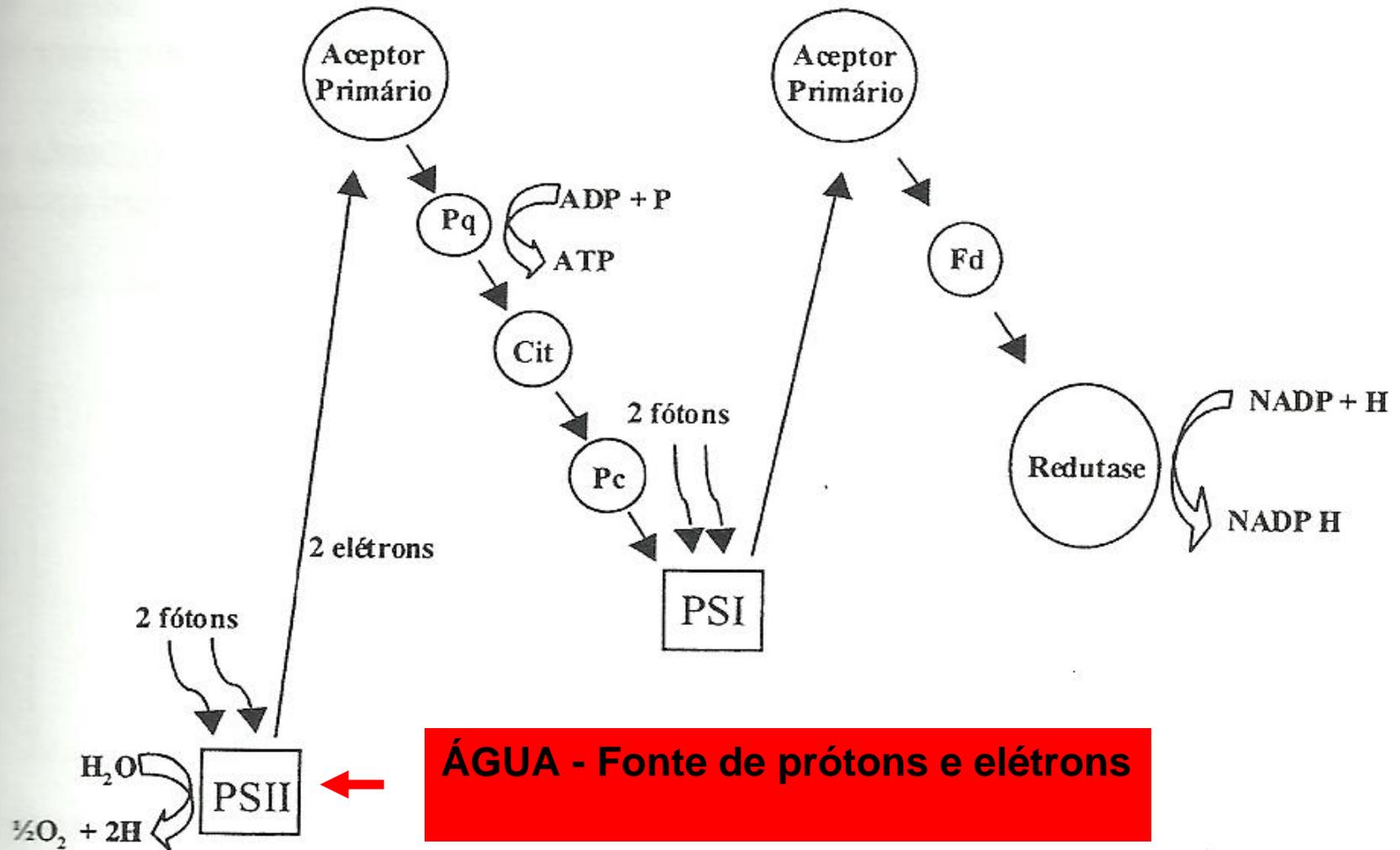


FIGURA 7: Cadeia de transporte de elétrons; Esquema Z (Fonte: Moore & Clark, 1995).

**A perda do stand é uma  
estratégia da planta para  
a sobrevivência durante  
um período de seca  
pronunciada**

# QUAIS OS EFEITOS DA GEADA?

# CAPACIDADE DE REGENERAÇÃO DAS MEMBRANAS

Plantas resistentes às baixas temperaturas possuem maior proporção de ácidos graxos não saturados, quando comparadas com aquelas sensíveis ao resfriamento.

Esses lipídeos permitem que as membranas celulares permaneçam moderadamente fluidas, mesmo sob temperaturas mais baixas, o que significa alguma proteção contra os danos causados pelo frio.

# FRIO

A sacarose é um protetor das membranas, pois os açúcares acumulam-se nas paredes celulares e podem restringir o crescimento do gelo.

De maneira geral, a geada é menos danosa para plantas vigorosas e bem nutridas.

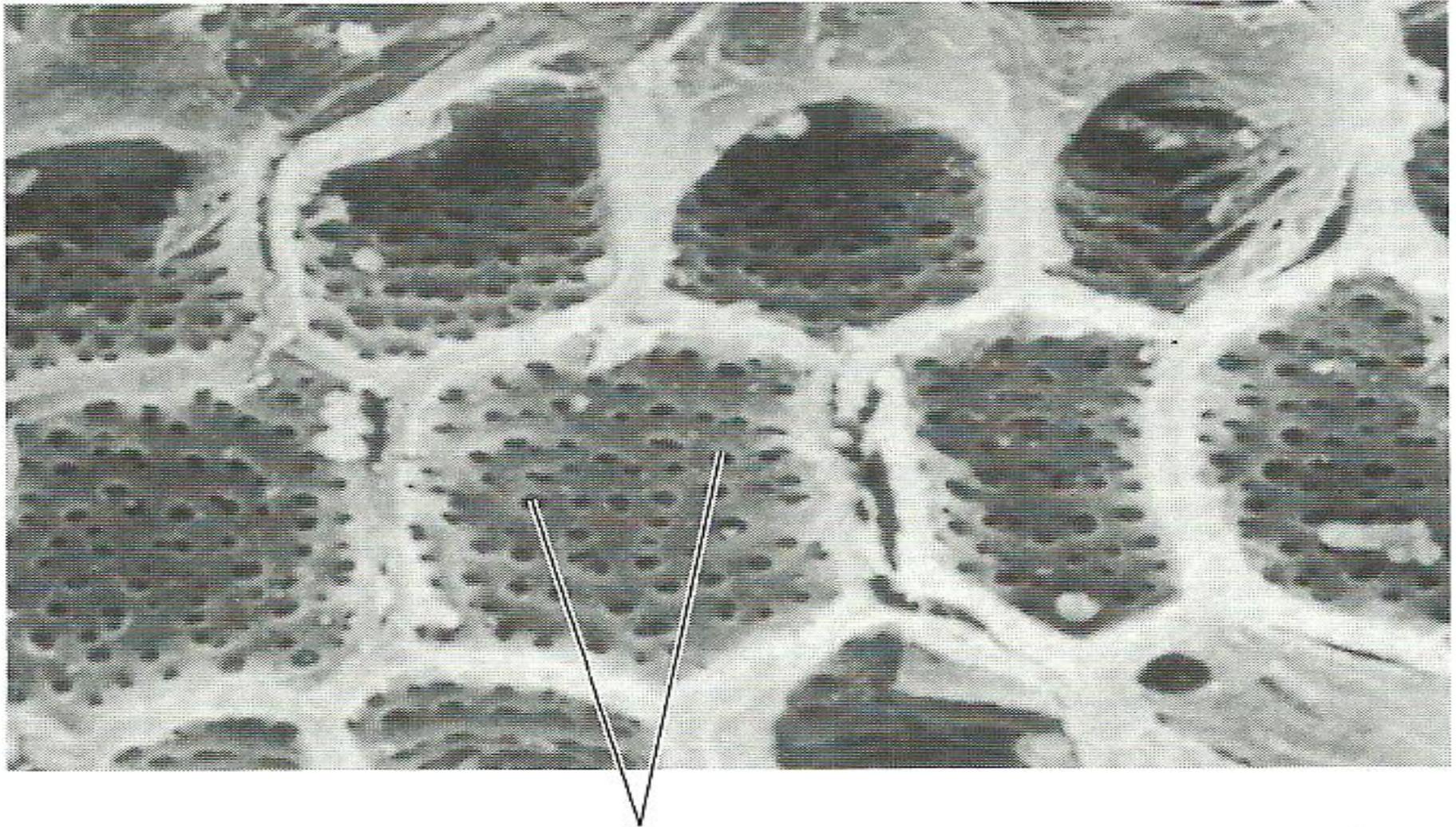
Dependendo da extensão do dano, o vegetal, uma vez aquecido, pode se restabelecer.

A maioria dos vegetais apresenta crescimento lento em solos frios, pois nessas condições a taxa de absorção de íons é baixa.

# **TRANSPORTE DE FOTOASSIMILADOS**

**Tabela 6.3.** Velocidade de transporte no floema de algumas espécies vegetais.

Planta	Velocidade (cm h <sup>-1</sup> )
Metasequóia	48 – 60
Batata	20 – 80
Beterraba	50 – 135
Feijoeiro	107
Cucurbita sp.	250 – 300
Trigo	100
Cana-de-açúcar	240 – 350



Pontuações com plasmodesmas

**Folha de uma C4 demonstrando as pontuações com plasmodesmos nas células da bainha vascular pelos quais os metabólitos do Ciclo do Carbono são transportados**

**Baixas temperaturas levam a um rápido declínio na eficiência fotossintética, afetando o desenvolvimento do colmo, o transporte de açúcar e seu armazenamento.**

**(Leite, 2005)**

**1 – FS < RS = CONSUMO**

**2 – FS = RS = ESTABILIDADE (PC)**

**3 – FS > RS = CRESCIMENTO = ARMAZENAMENTO DE AÇÚCARES**

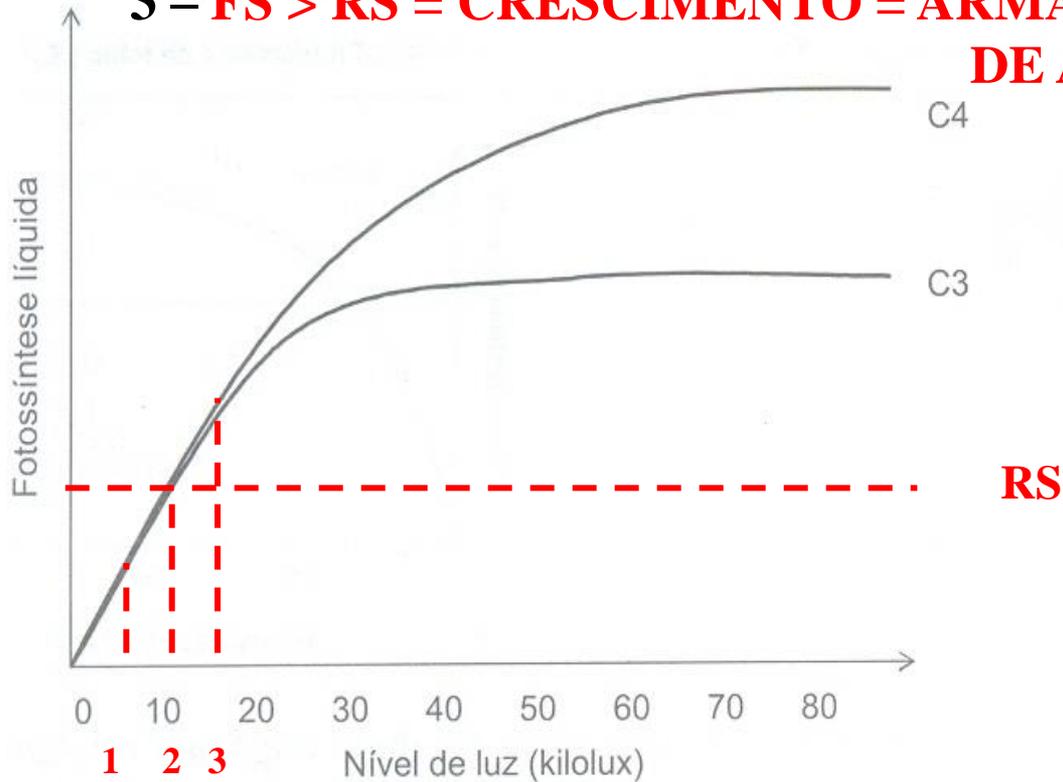


Figura 5.26. Efeito do nível de luminosidade sobre a fotossíntese líquida de plantas C3 e C4.

*Plantas jovens, a região apical do colmo, bem como plantas que perderam a dominância apical por manejo inadequado ou por fatores ambientais desfavoráveis, são ricas em amido.*

*A síntese de amido revela imaturidade da cana de açúcar.*

# **A IMPORTÂNCIA DO VENTOS**



**Fig. 18.** Aspecto de canavial danificado pelo vento em virtude da baixa tenacidade de variedade plantada na região compreendida entre Araras e Piracicaba, SP

# EFEITOS DIRETOS DO VENTO NAS PLANTAS

**“Dessecação – O movimento de ar remove a umidade ao redor dos estômatos, aumentando a transpiração. Por volta de 10km/h a taxa de transpiração é muito grande”**

**“Nanismo – Correlação direta entre a presença constante do vento e a redução da estatura das plantas. A pequena estatura é resultante da dessecação constante, impedindo o desenvolvimento celular; conseqüentemente dos tecidos”**

**“Deformação – Ventos constantes na mesma direção podem alterar permanentemente a forma de crescimento das plantas. Em casos extremos, a possível formação de gelo também contribui para a deformação da planta”**

**“Danos às plantas e arrancamento – Dilaceramento foliar, abrasão, remoção de plantas, porta de entrada de patógenos”**

**“Mudança da qualidade do ar – Diminuição da concentração de gás carbônico, que já é pequena, e aumento da concentração de oxigênio, que já é grande, levando o vegetal a privilegiar a Fotorrespiração”**

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

[paulofigueiredo@dracena.unesp.br](mailto:paulofigueiredo@dracena.unesp.br)