

FISIOLOGIA DO PERFILHAMENTO NA CULTURA DO TRIGO

Prof. Dr. Samuel Luiz Fioreze

Departamento de Ciências Biológicas e Agronômicas



Grupo de pesquisa em
fisiologia da Produção



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA

POTENCIAL GENÉTICO

QUANTO se produz ???

Produção: 719,8 milhões de toneladas

Produtividade: 3252,6 kg ha⁻¹

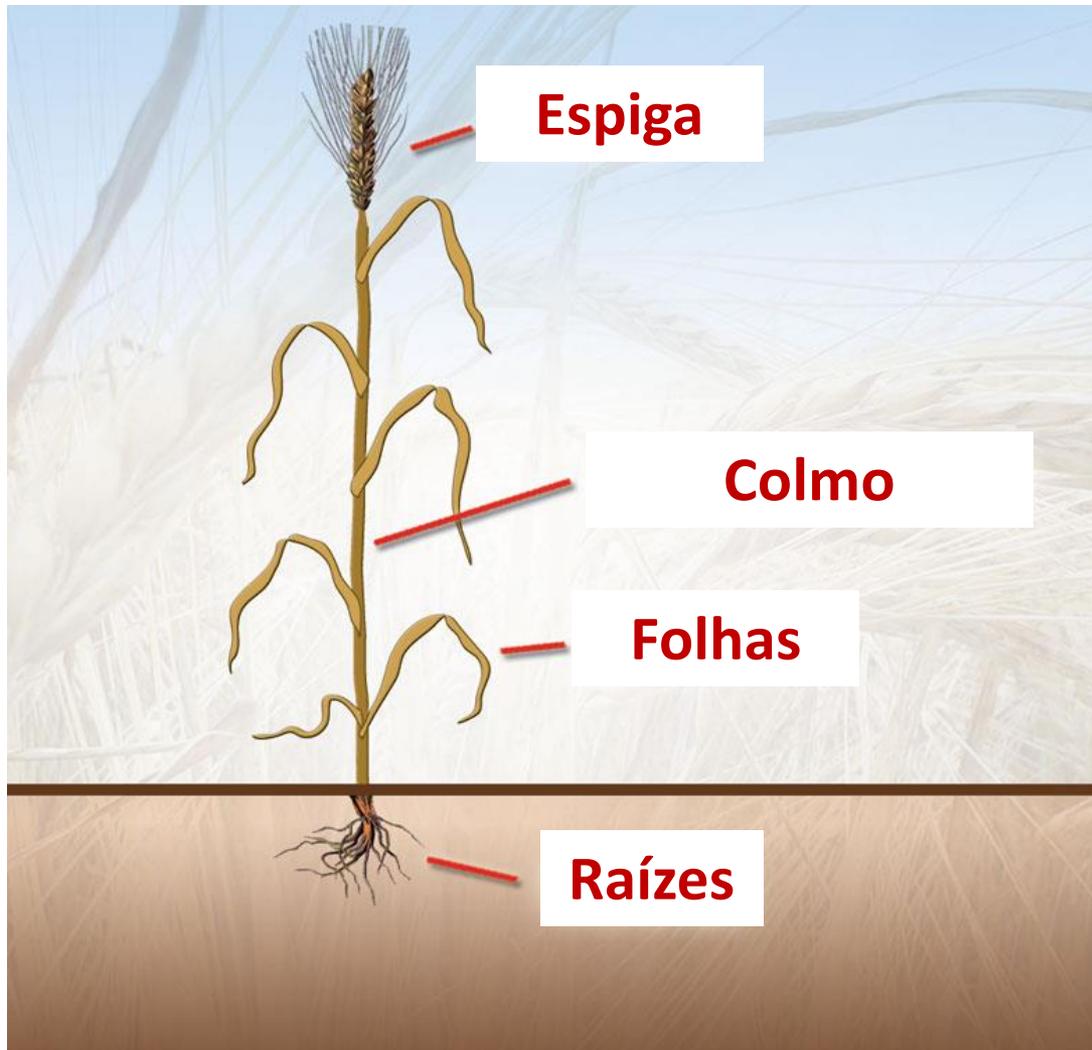
Recorde mundial – 16.791 kg ha⁻¹

Eric Watson (New Zealand), 2017

Winter wheat
(11,8 ha)



Potencial genético: >25 ton ha⁻¹



Planta unicolmo ou multicolmo

Crescimento e desenvolvimento

COMPONENTES DO RENDIMENTO DA CULTURA

2.1 Número de espigas por m²



Variação genética (Cultivares)

Variação ambiental? (alta)

Crescimento e desenvolvimento

COMPONENTES DO RENDIMENTO DA CULTURA

2.2 Espiguetas por espiga

Variação genética (Cultivares)

Variação ambiental?

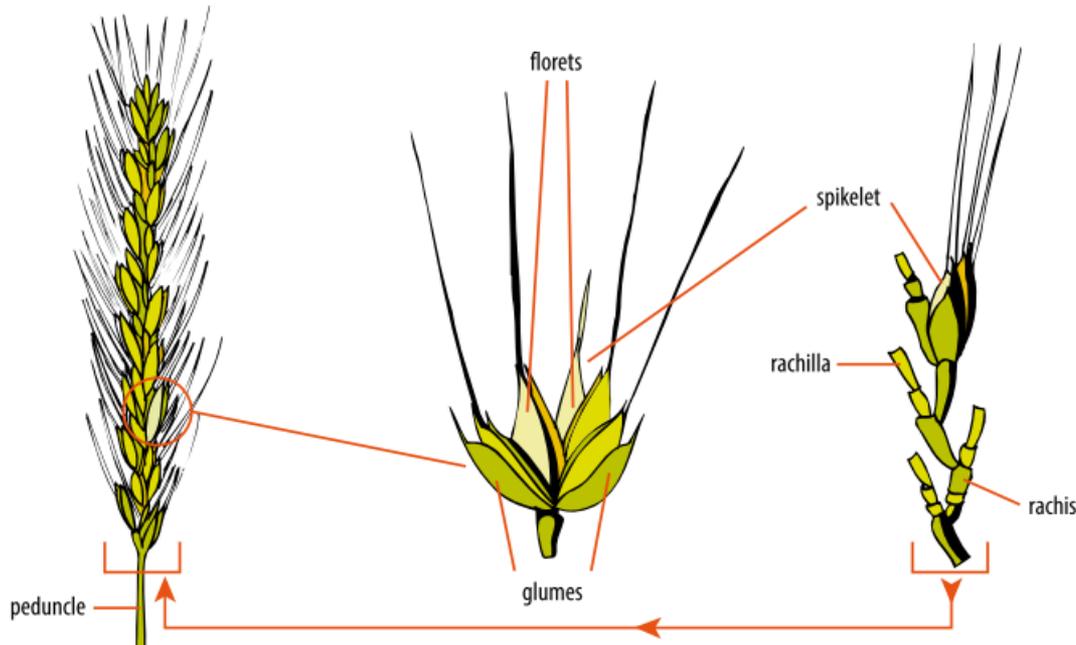


Figure viii: Structures of the head, showing the spikelet and floret.
Source: Based on W Anderson & J Garlinge, 2000.



Crescimento e desenvolvimento

COMPONENTES DO RENDIMENTO DA CULTURA

2.3 Grãos por espiguetas

Até 6 flores por espiguetas

Até 3 sementes

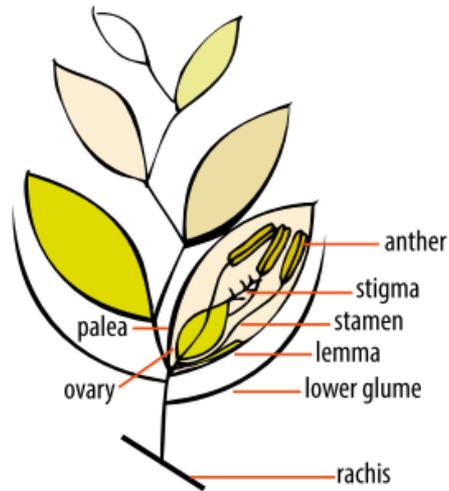
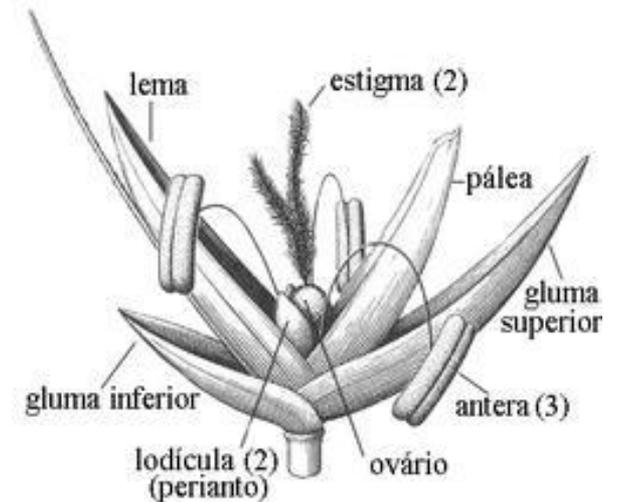
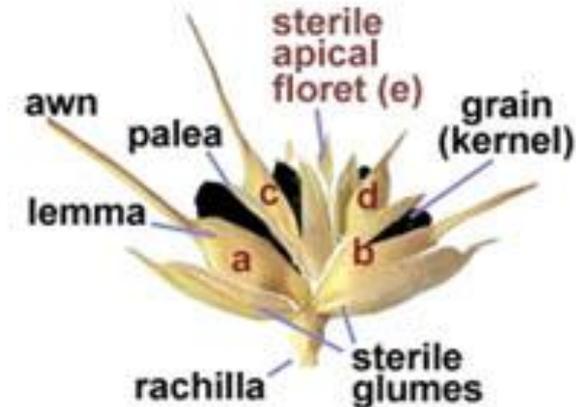


Figure ix: A spikelet showing the structures of the floret.
Source: Based on E Kirby & M Appleyard, 1984.



Variação genética (Cultivares)

Variação ambiental?

Planta autógama

Crescimento e desenvolvimento

COMPONENTES DO RENDIMENTO DA CULTURA

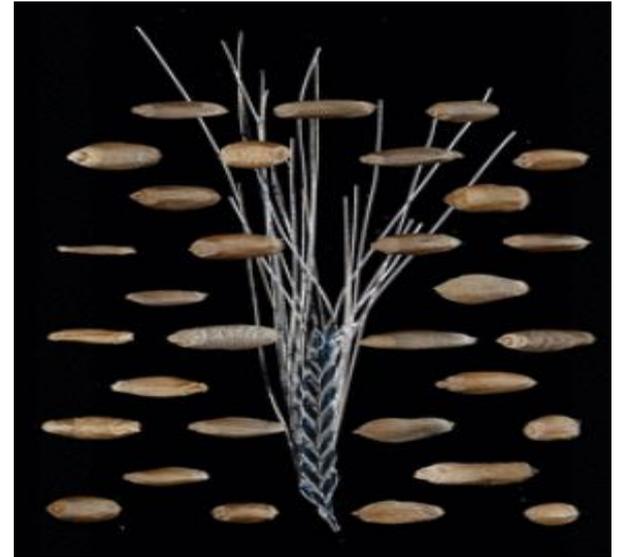
2.4 Peso médio de grãos



Variação genética (Cultivares)

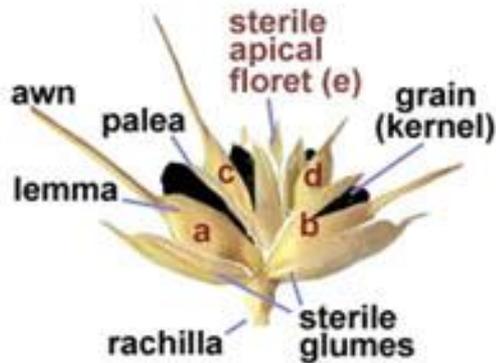
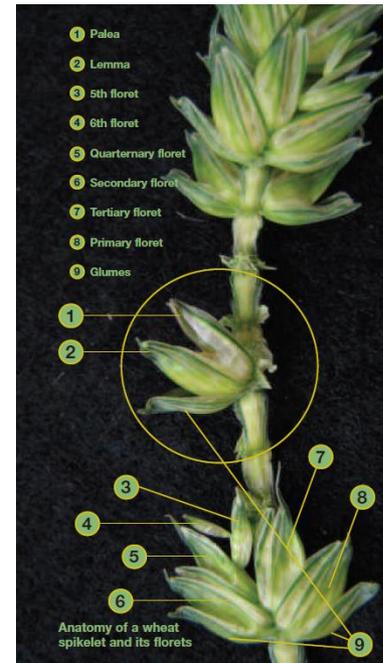
Variação ambiental?

Sim, em intensidade e duração

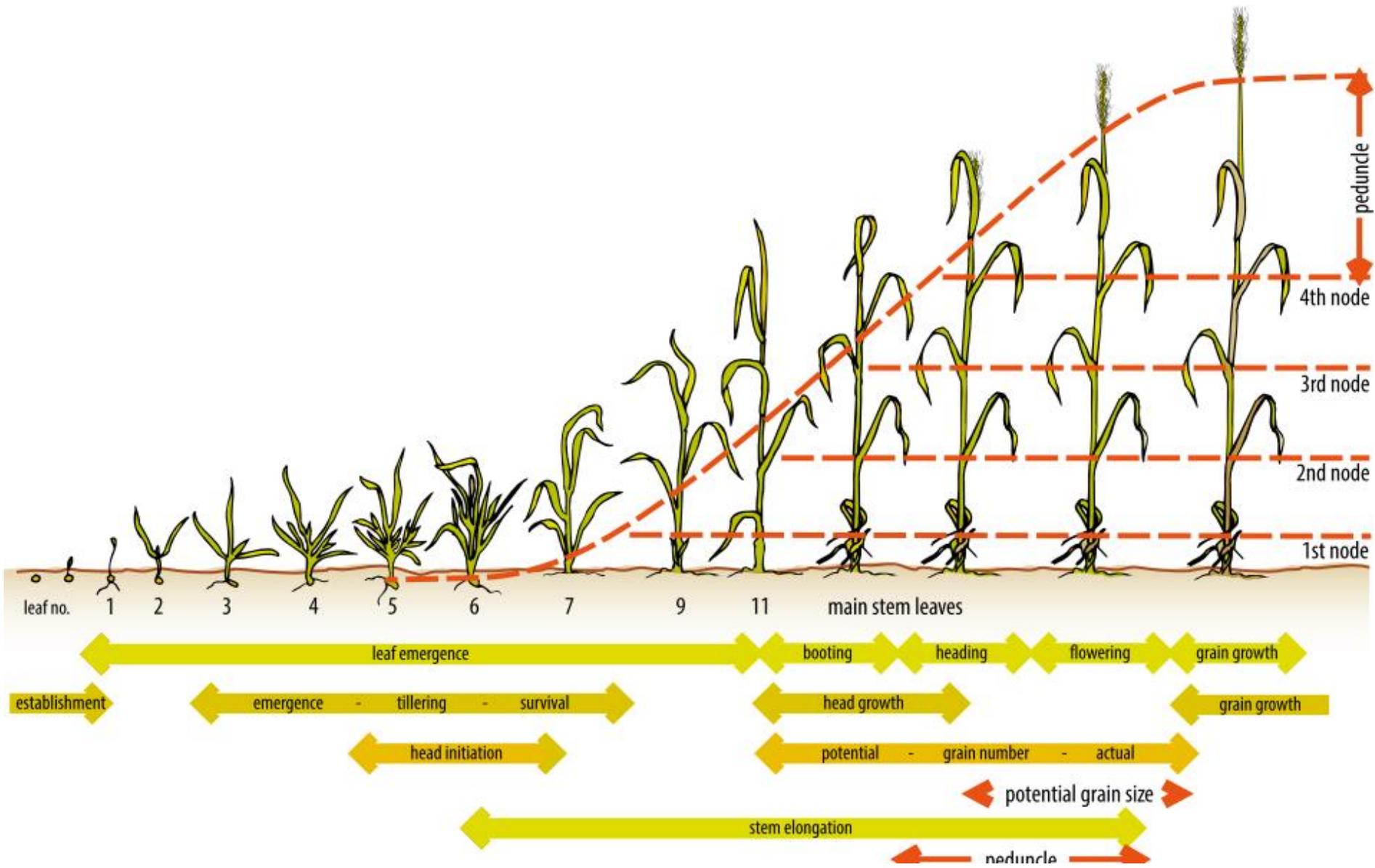


Variação dentro da planta

Em cada estágio da vida da planta, pelo menos um componente do rendimento estará sendo potencialmente estabelecido ou definido



GENÉTICA x AMBIENTE x MANEJO



Julie White & Jan Edwards (2008)

Crescimento e desenvolvimento

FASE VEGETATIVA X FASE REPRODUTIVA

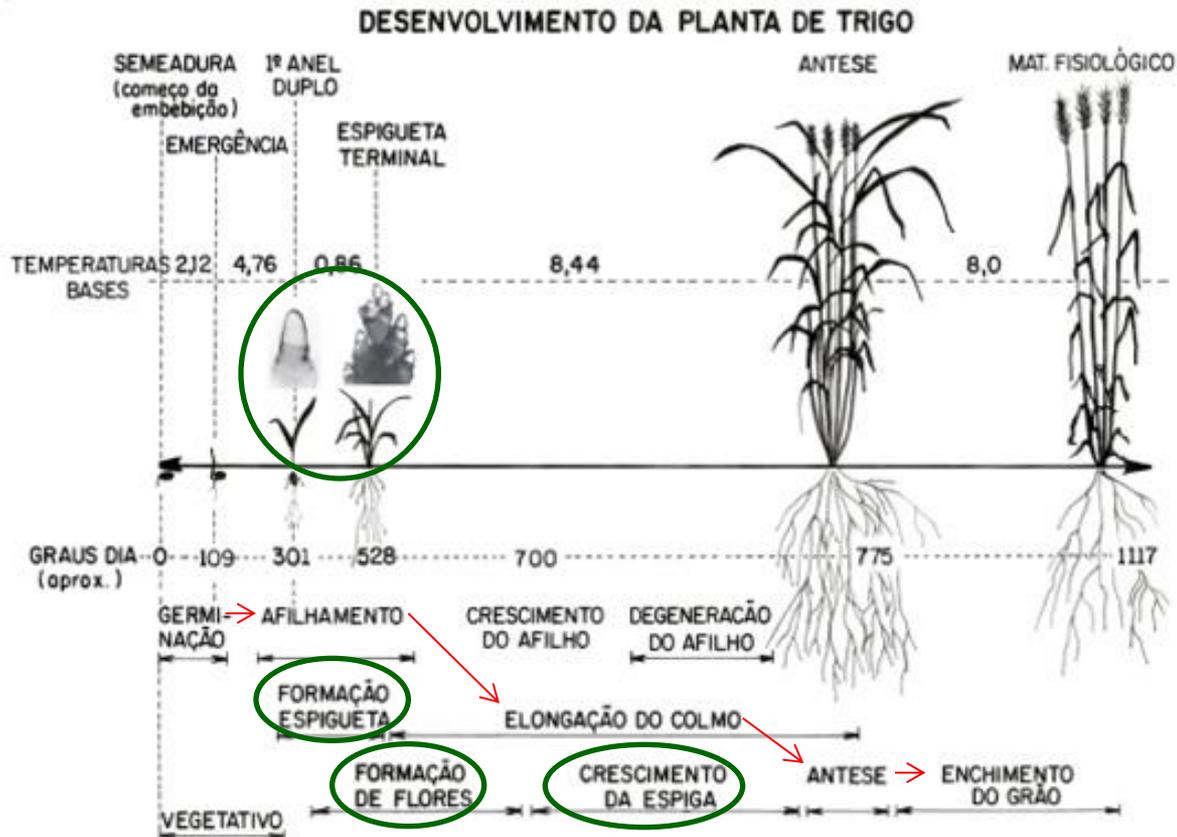
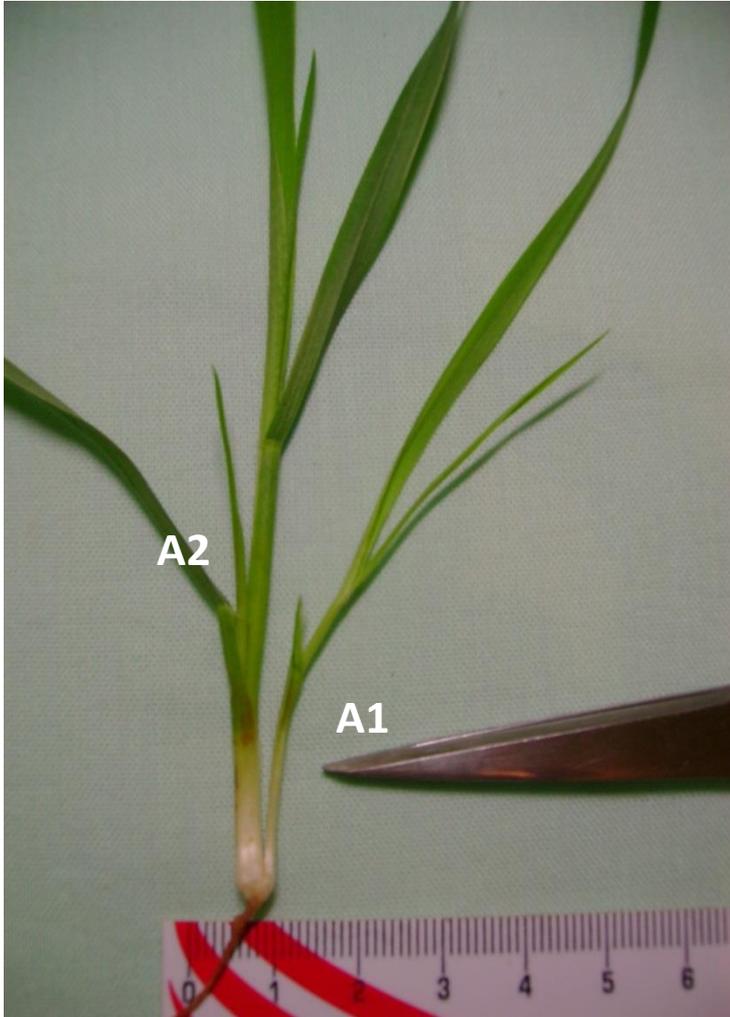


Figura 1. Diagrama de representação das fases de desenvolvimento da planta de trigo (*Triticum aestivum* L. cv BR 23 e BR 35). Destaque para os eventos fisiológicos que estão sendo formados nas respectivas fases de desenvolvimento.

→ Morfologia externa
○ Morfologia interna

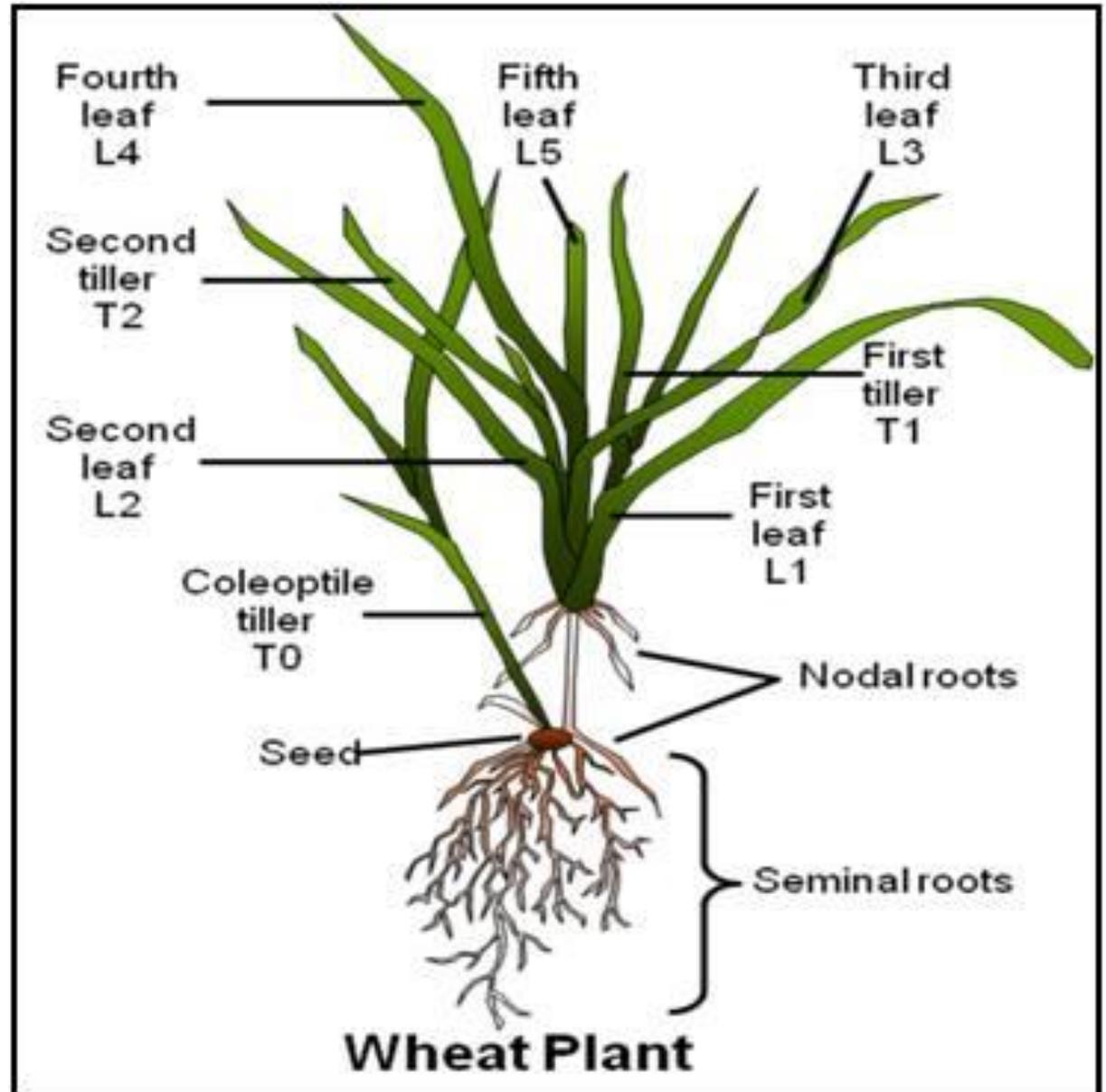
PERFILHAMENTO

O que são perfilhos ou afilhos?

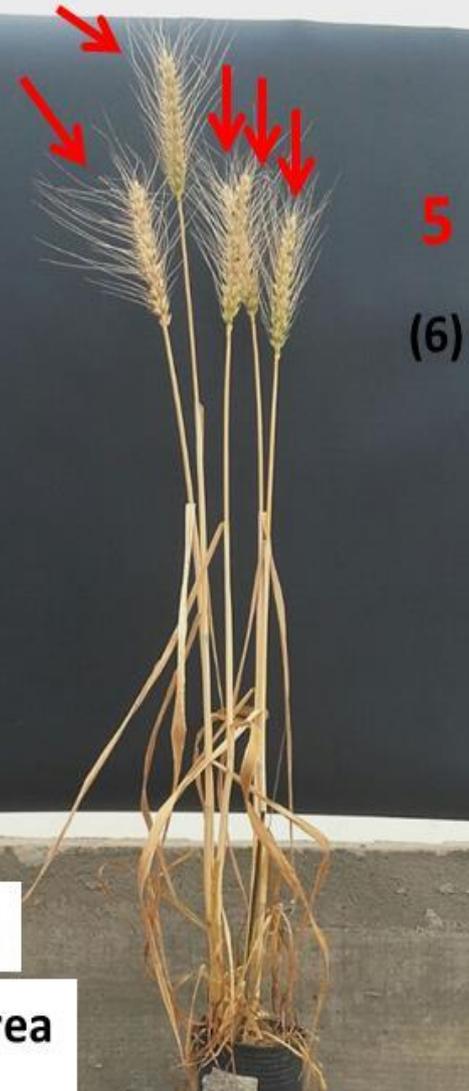


PERFILHAMENTO

O que são perfilhos ou afilhos?



POTENCIAL GENÉTICO



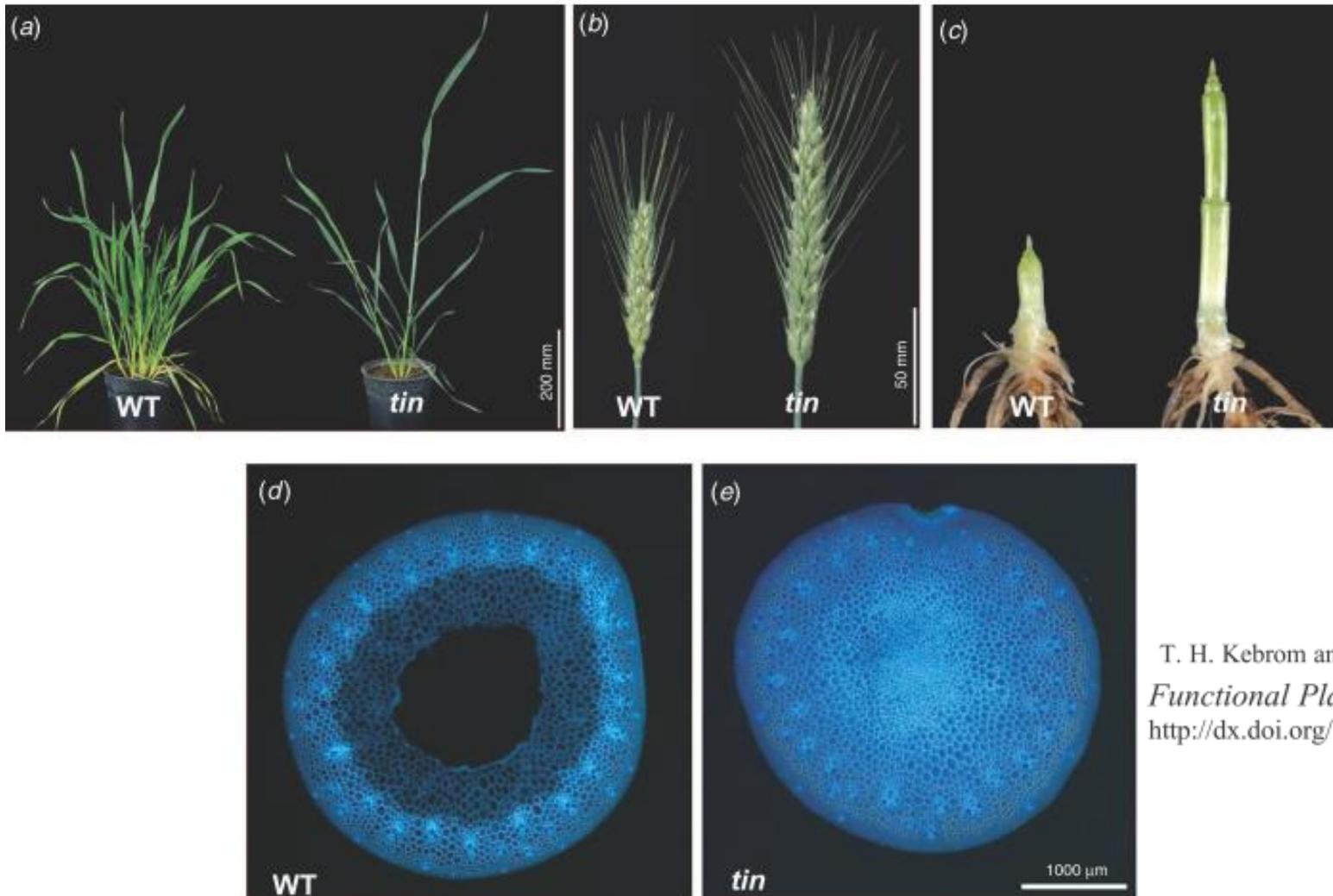
EFEITO COMPENSATÓRIO

- Número de grãos por área
- Peso médio dos grãos

BRS
Guamirim

BRS
394

POTENCIAL GENÉTICO



T. H. Kebrom and R. A. Richards CSIRO 2013
Functional Plant Biology
<http://dx.doi.org/10.1071/FP13034>

Fig. 1. The reduced tillering in the *tin* mutant of wheat is associated with precocious development of solid basal internodes. (a) The *tin* mutant produces few primary tillers while the near-isogenic wild-type (WT) wheat variety Banks (right) produces many primary and higher order tillers. (b) The spike of the main stem of *tin* mutant is bigger and longer than that of WT. (c) Internodes in the *tin* mutant develop earlier than in the WT. (d, e) basal internodes in the WT are hollow while in the *tin* mutant are solid. The bar for figures (d, e) is shown in (e). (Images reprinted from Kebrom *et al.* (2012) *Plant Physiology* 160, pp. 308–318, www.plantphysiol.org, Copyright American Society of Plant Biologists).

POTENCIAL GENÉTICO

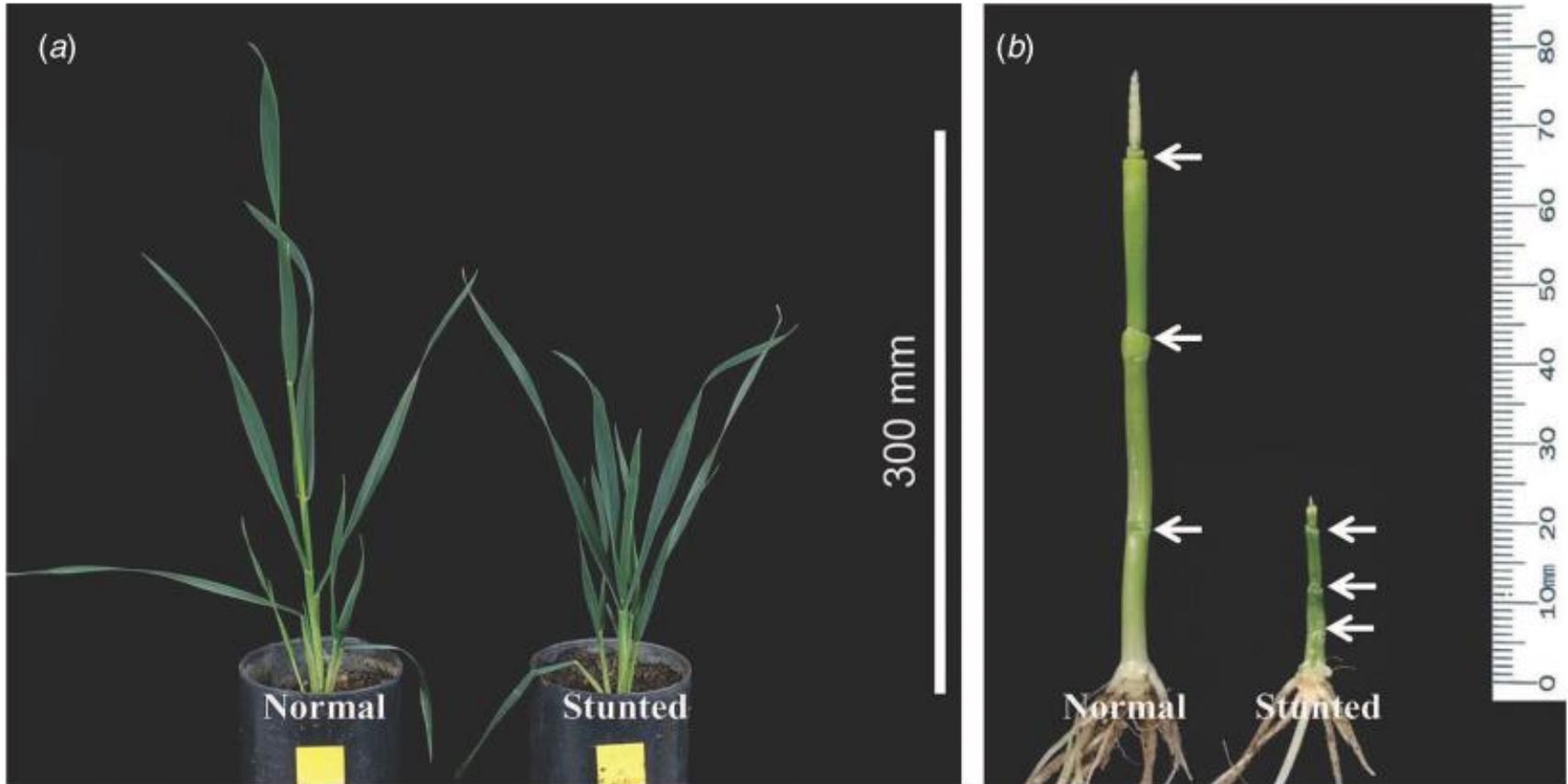


Fig. 3. Internode elongation but not initiation is affected in stunted *tin* plants line 492. (a) Normal (left) and stunted (right) *tin* plants. (b) Internodes of the normal (left) and stunted (right) plants. Arrows indicate nodes. The number of internodes in stunted plants is equal to or slightly higher than normal plants. However, their length is much reduced and sometimes appears twisted, curved or deformed. In addition the development of the reproductive shoot apex of stunted plants is retarded. Not only is internode elongation inhibited, but sheath length might also be reduced in stunted plants, as shown by the absence of distance between ligules of successively formed leaves in the stunted plants.

T. H. Kebrom and R. A. Richards CSIRO 2013

Functional Plant Biology

<http://dx.doi.org/10.1071/FP13034>

PERFILHAMENTO

Apesar do potencial genético, a maioria dos perfilhos não se tornam viáveis. Energia perdida?

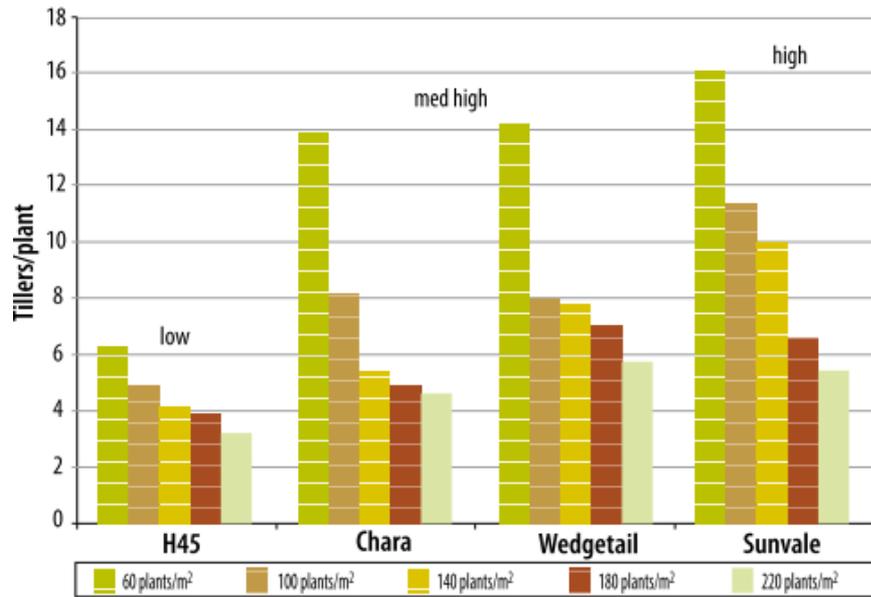


Figure 2-7: Tillers per plant of four wheat varieties at Cowra.

Source: NSW DPI, Plant population project 2002.

Emissão

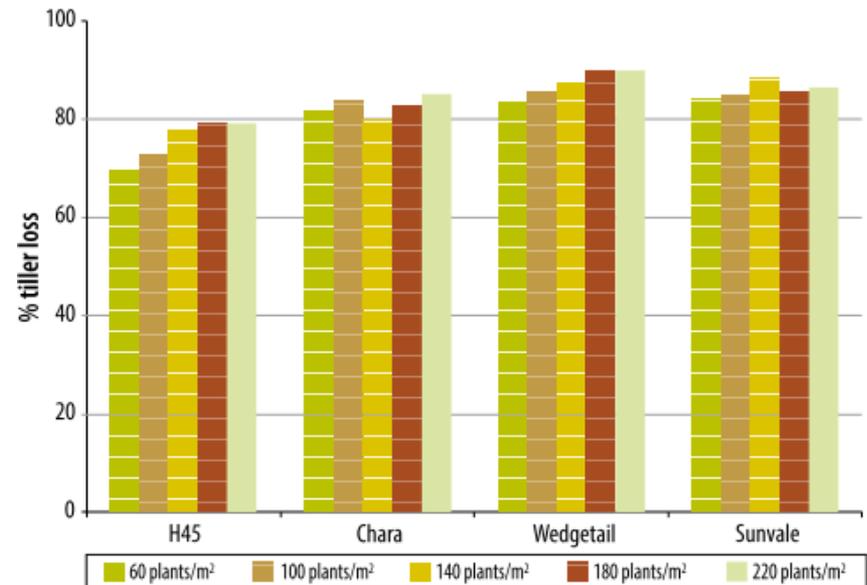
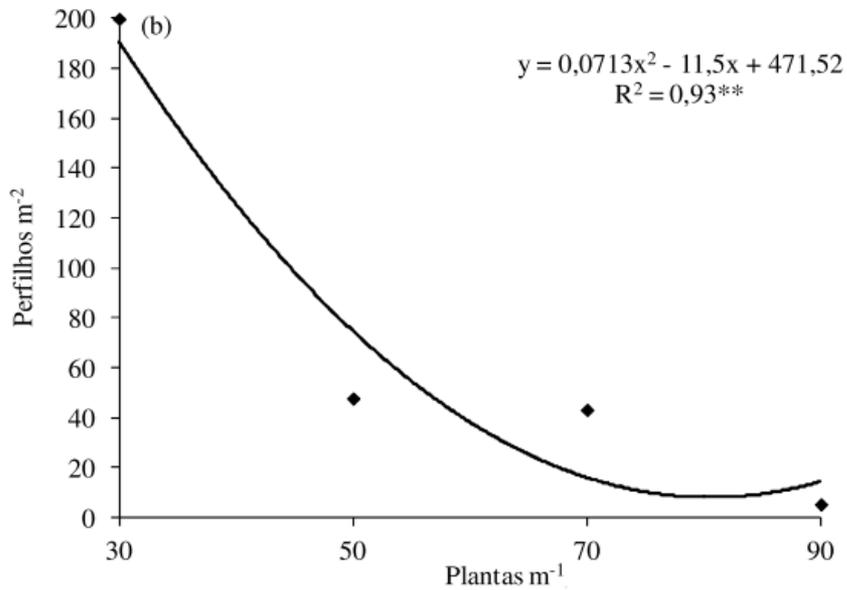


Figure 2-4: Tiller mortality per m² at Cowra.

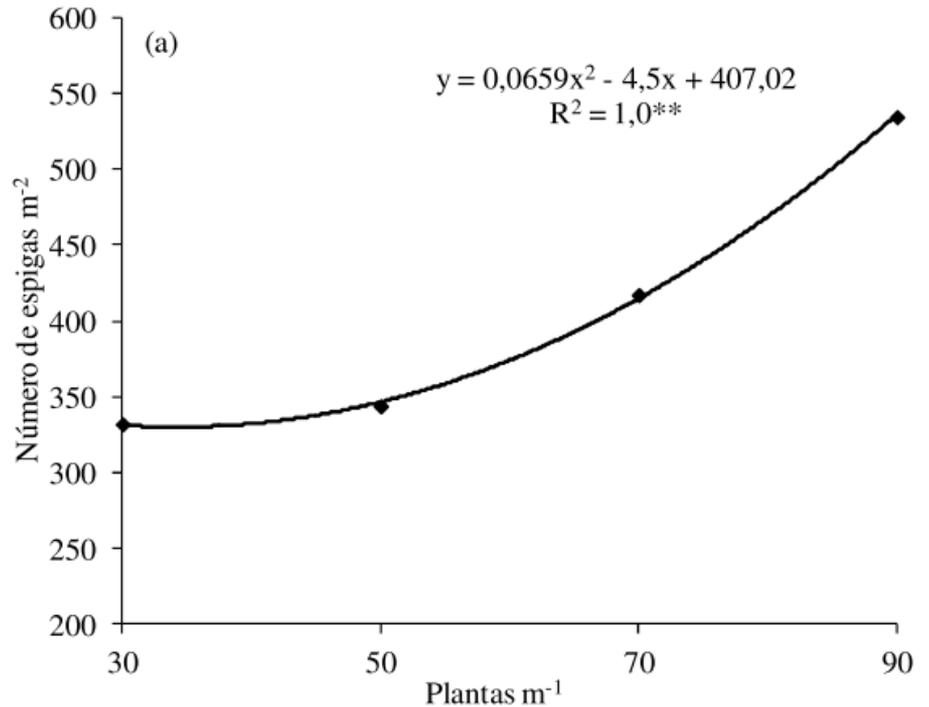
Source: NSW Department of Primary Industries, Plant population project 2002.

Sobrevivência

Densidade e arranjo espacial de plantas

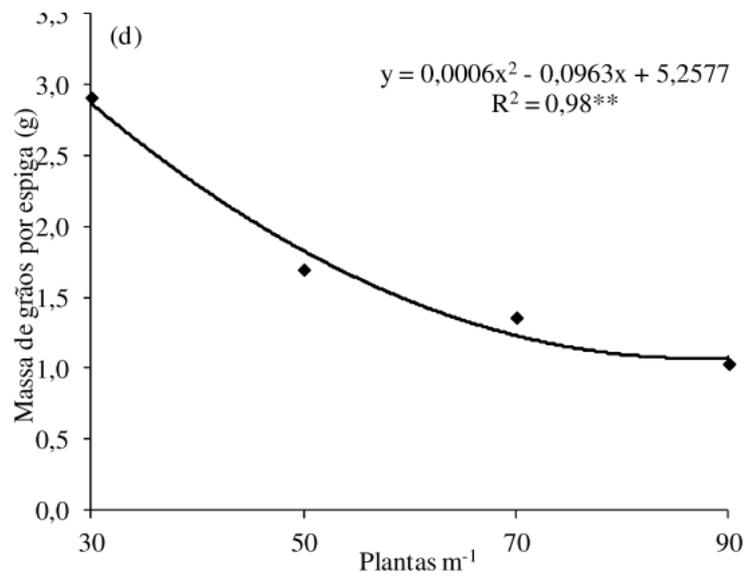
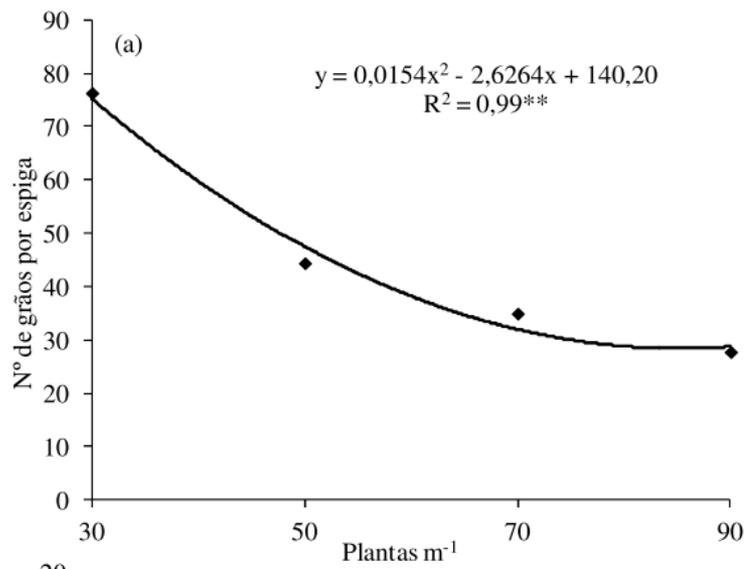


E a produtividade?

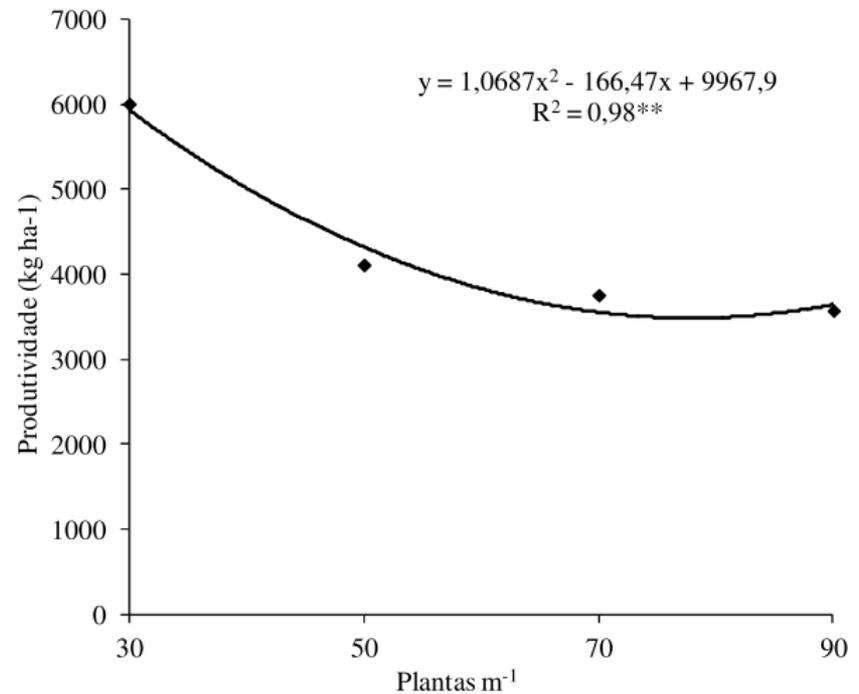


Fioreze, S. L.; Rodrigues, J. D.

Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, n. 1, p. 39-54, jan./fev. 2014



Cultivar com espigas de alto potencial produtivo



Fioreze, S. L.; Rodrigues, J. D.

Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, n. 1, p. 39-54, jan./fev. 2014

PERFILHAMENTO

QUALIDADE DA LUZ

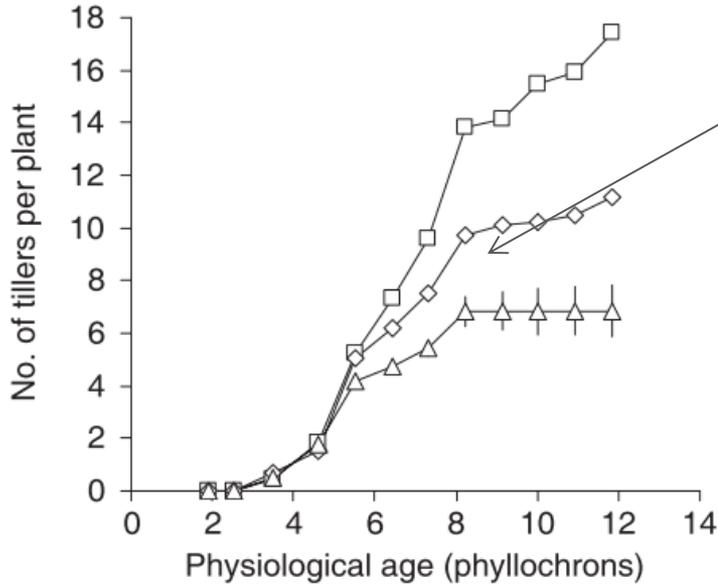
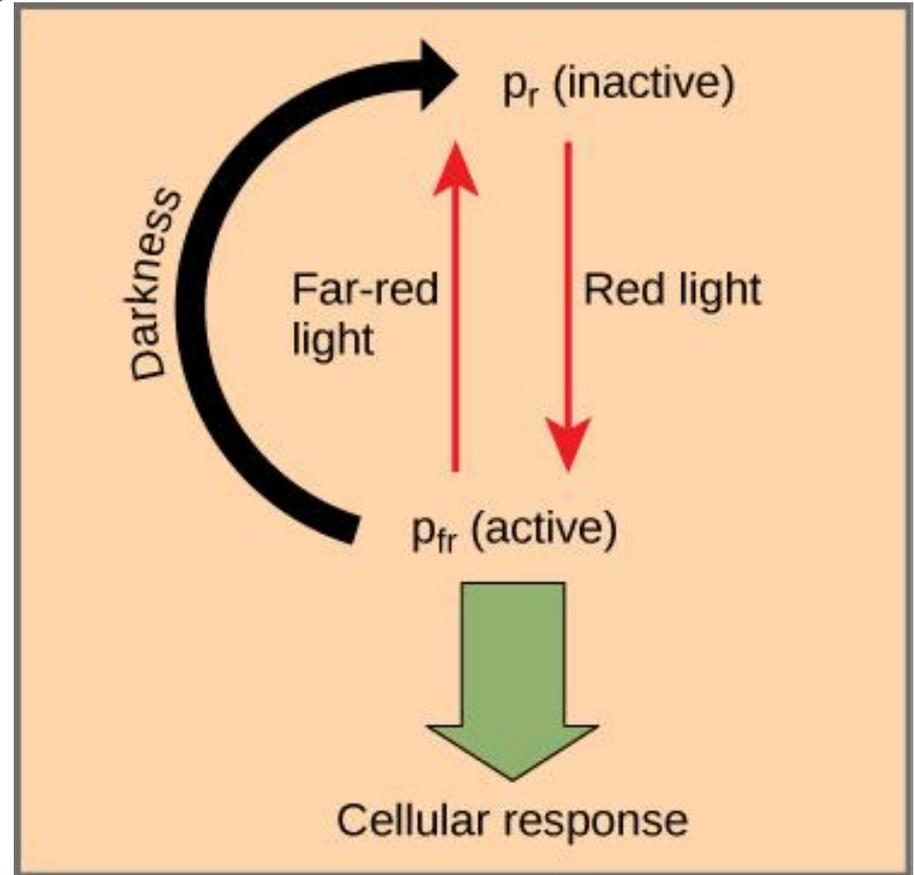


Fig. 6 Simulated number of tillers appeared per plant vs physiological age of the plant, for 100 plants m⁻² (squares), 262 plants m⁻² (diamonds), and 508 plants m⁻² (triangles); vertical bars represent the standard error ($n = 12$). The Q_t value (the threshold R:FR below which bud break is arrested) of the simulations was 0.8, and the unit step relationship between bud development and R:FR was used.



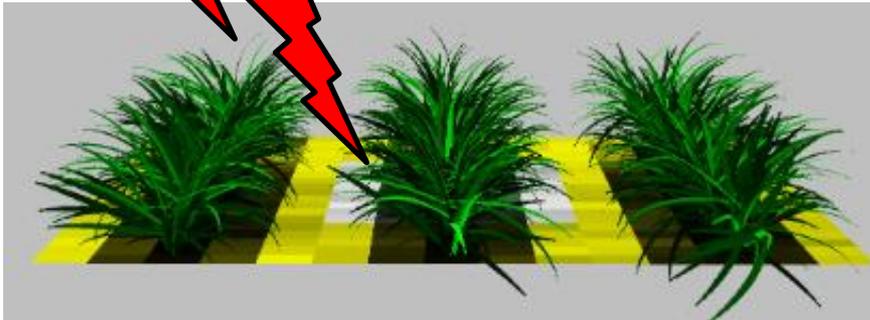
New Phytologist (2007) **176**: 325–336

PERFILHAMENTO

QUALIDADE DA LUZ

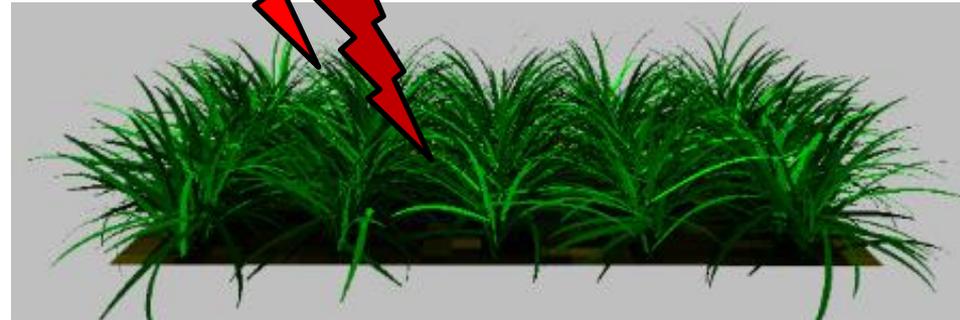
RED + FAR RED Light

RED + FAR RED Light



RED Light

FAR RED Light



Espaçamento

Densidade

PERFILHAMENTO

QUALIDADE DA LUZ

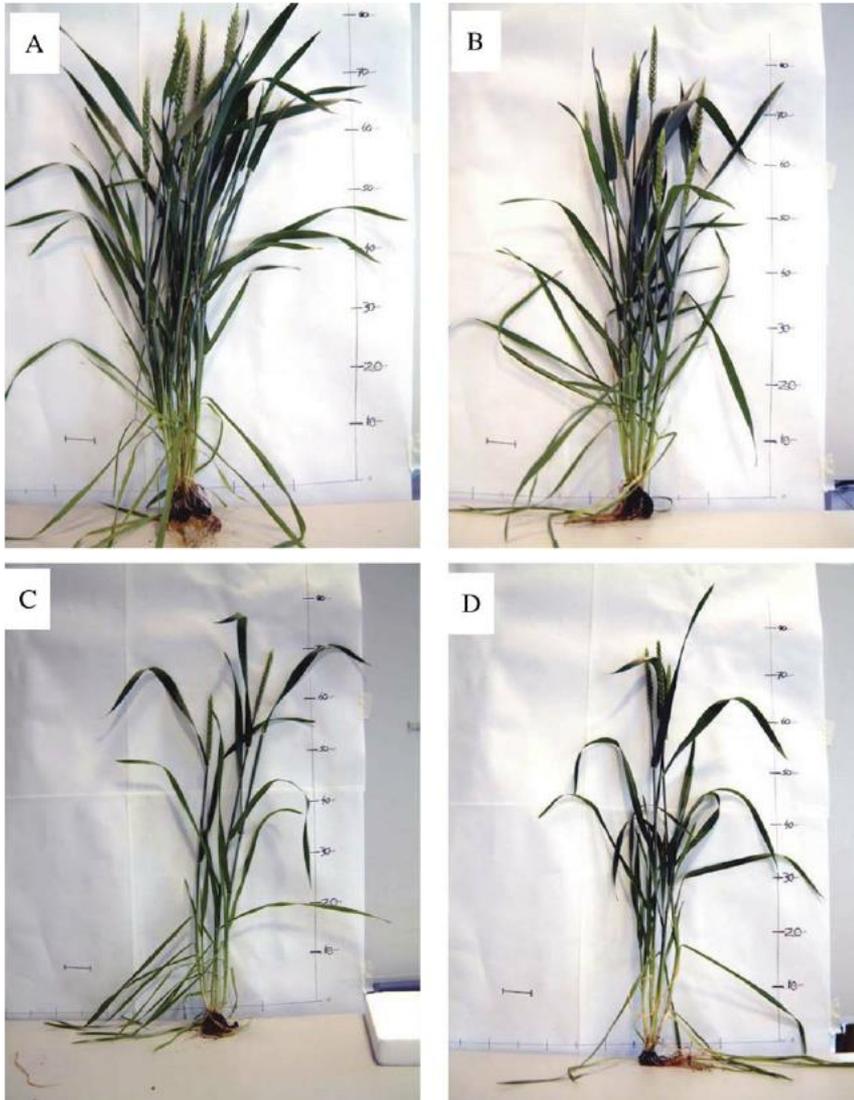


Figure 1. Wheat plants grown in the glasshouse in different light environments. (A) Control (C), (B) supplementary far-red light (FR), (C) neutral shade (Neu), (D) natural shade (Nat), Experiment 2

D.L. Sparkes & M. King

Ann Appl Biol **152** [2008] 1–9 © 2007 The Authors

Journal compilation © 2007 Association of Applied Biologists

Idade versus potencial produtivo

Evers et al. — Cessation of Tillering in Spring Wheat

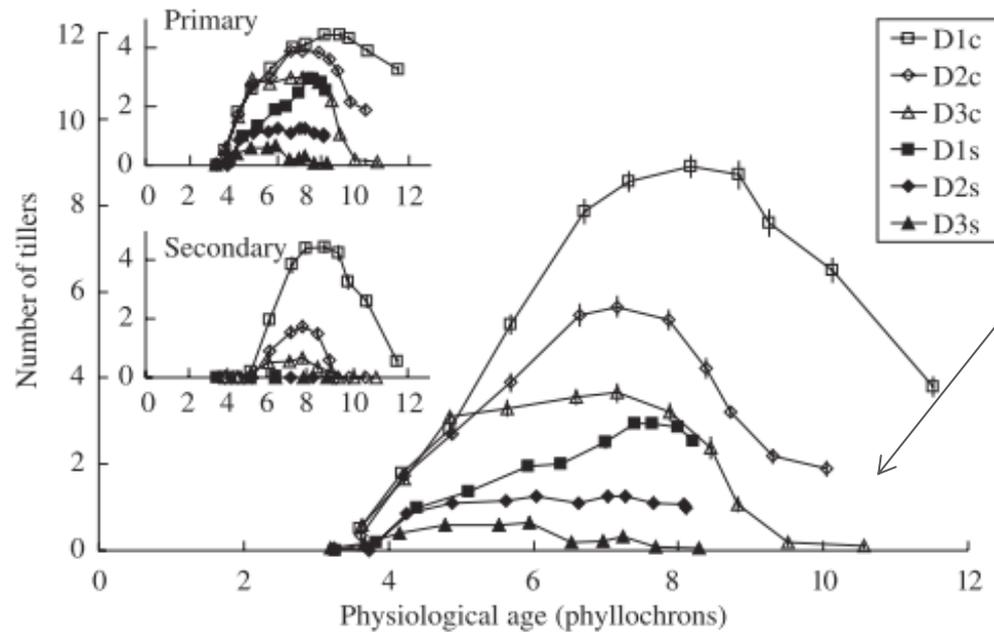
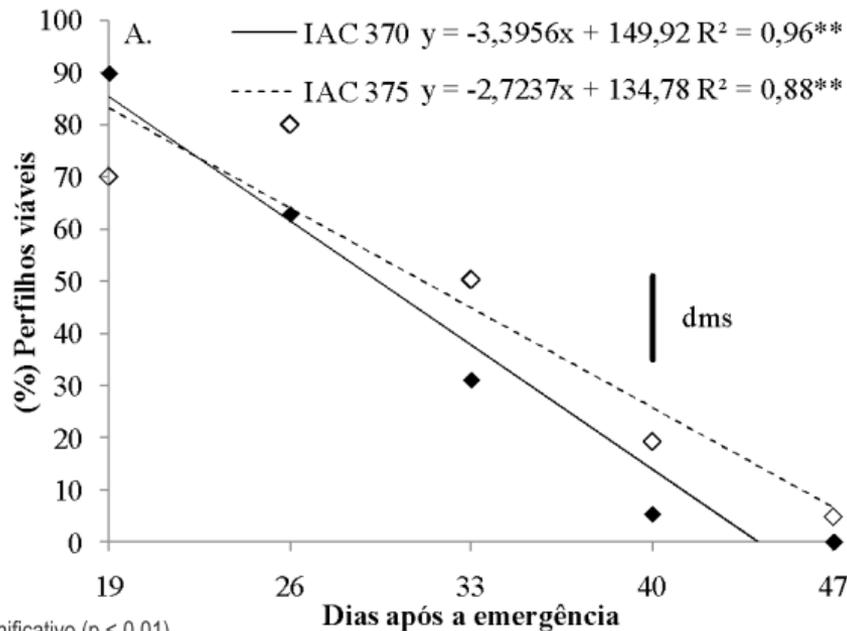


FIG. 2. Relationships between mean number of (non-senescent) tillers and physiological age of the main stem, calculated using leaf appearance data for each population density \times light intensity combination, in full light (open symbols) and shade (closed symbols), at 100 (squares), 262 (diamonds) and 508 (triangles) plants m^{-2} . The insets show the same data split into two groups containing primary (above) and secondary (below) tiller data. Vertical bars indicate \pm s.e., $n = 120$.



** significativo ($p < 0,01$)

Figura 3. Porcentagem de perfilhos férteis durante a fase de perfilhamento de dois cultivares de trigo (A) e pela aplicação de regulador vegetal (B). Botucatu, SP, 2010

Figure 3. Percentage of fertile tillers during tillering stage of two wheat cultivars (A) and affected by plant growth regulator (B). Botucatu, SP, 2010

S. L. Fioreze & J. D. Rodrigues

Perfilhos emitidos tardiamente apresentam baixa sobrevivência e potencial produtivo

Tabela 3. Análise de correlação entre época de emissão (dias após a emergência) e componentes do rendimento individual de perfilhos de dois cultivares de trigo. Botucatu, SP, 2010

Table 3. Correlation analysis for date of tiller emission (day after emergence) and individual yield components of tillers in two wheat cultivars. Botucatu, SP, 2010

| | NTES | NESPIF | COMP | MG |
|---------|----------|----------|----------|----------|
| IAC 370 | -0,332** | 0,520** | -0,640** | -0,693** |
| IAC 375 | 0,039 | 0,587** | -0,331** | -0,774** |
| | NG | PMG | PPG | PPR |
| IAC 370 | -0,709** | -0,403** | -0,773** | -0,689** |
| IAC 375 | -0,624** | -0,627** | -0,766** | -0,715** |

NTES: número de espiguetas por espiga; NESPIF: número de espiguetas inférteis por espiga; COMP: comprimento da raquis; MG: massa de grãos; NG: número de grãos por espiga; PMG: peso de mil grãos; PPG: participação na produção da planta (%); PPR: potencial produtivo relativo (% da produção do colmo principal); * e ** significativo ($p < 0,05$ e $p < 0,01$) pelo teste F

Perfilhos x colmo principal

PERFILHAMENTO

Temperatura

Baixas T°C estimulam → retardam o crescimento do colmo principal

Altas T°C inibem → aceleram o crescimento do colmo principal (dominância apical)



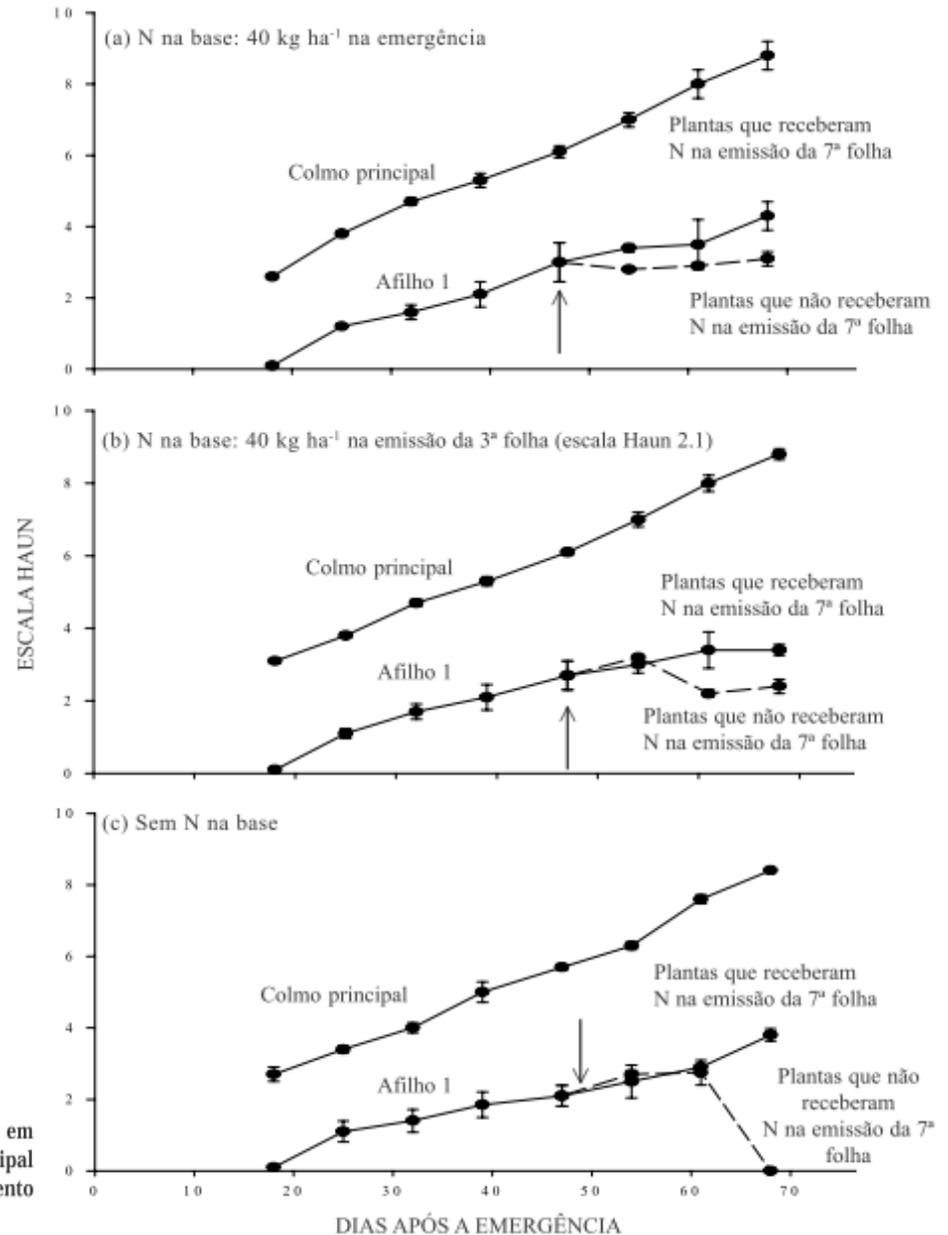


PERFILHAMENTO

NITROGÊNIO

- A aplicação de N no início do período vegetativo a folha do CP) estimula a emissão de perfilhos

- A aplicação de N na emissão da 7ª folha do CP reduz a mortalidade e retarda a senescência dos afilhos



C.M. MUNDSTOCK & C. BREDEMEIER

R. Bras. Ci. Solo, 26:141-149, 2002

Figura 2. Desenvolvimento foliar (escala Haun) do colmo principal e primeiro afilho, em 1995, em tratamentos com e sem a aplicação de N no momento de emissão da 7ª folha do colmo principal (escala Haun 6.1). Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Setas indicam o momento de aplicação de N em cobertura.

PERFILHAMENTO

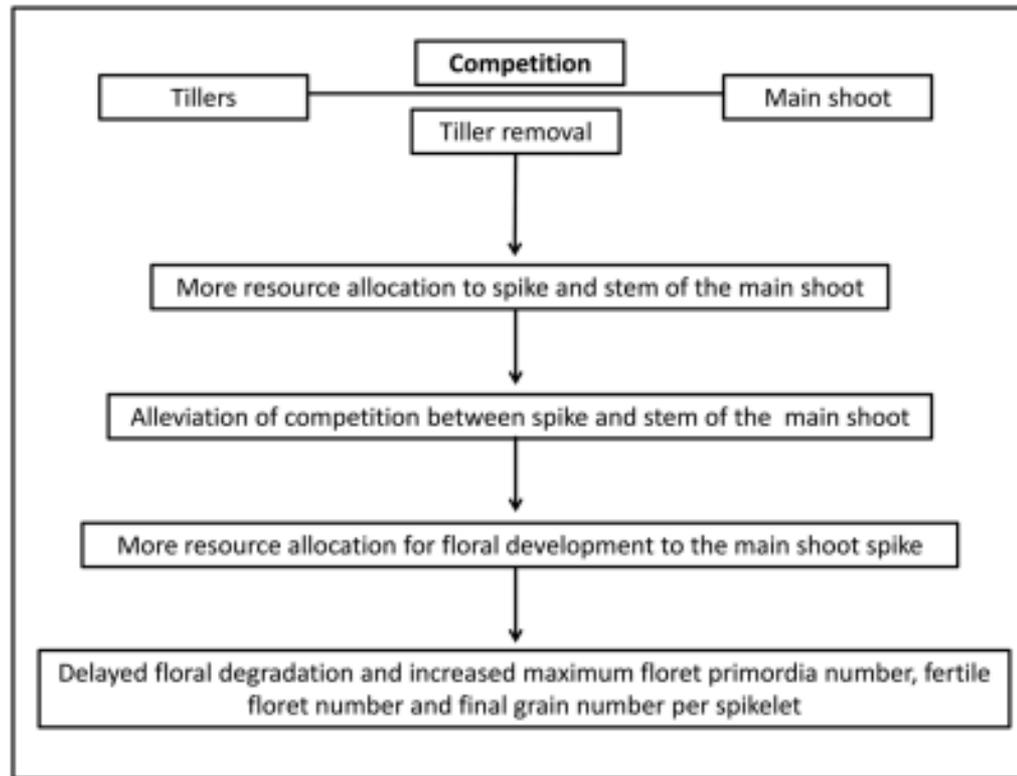
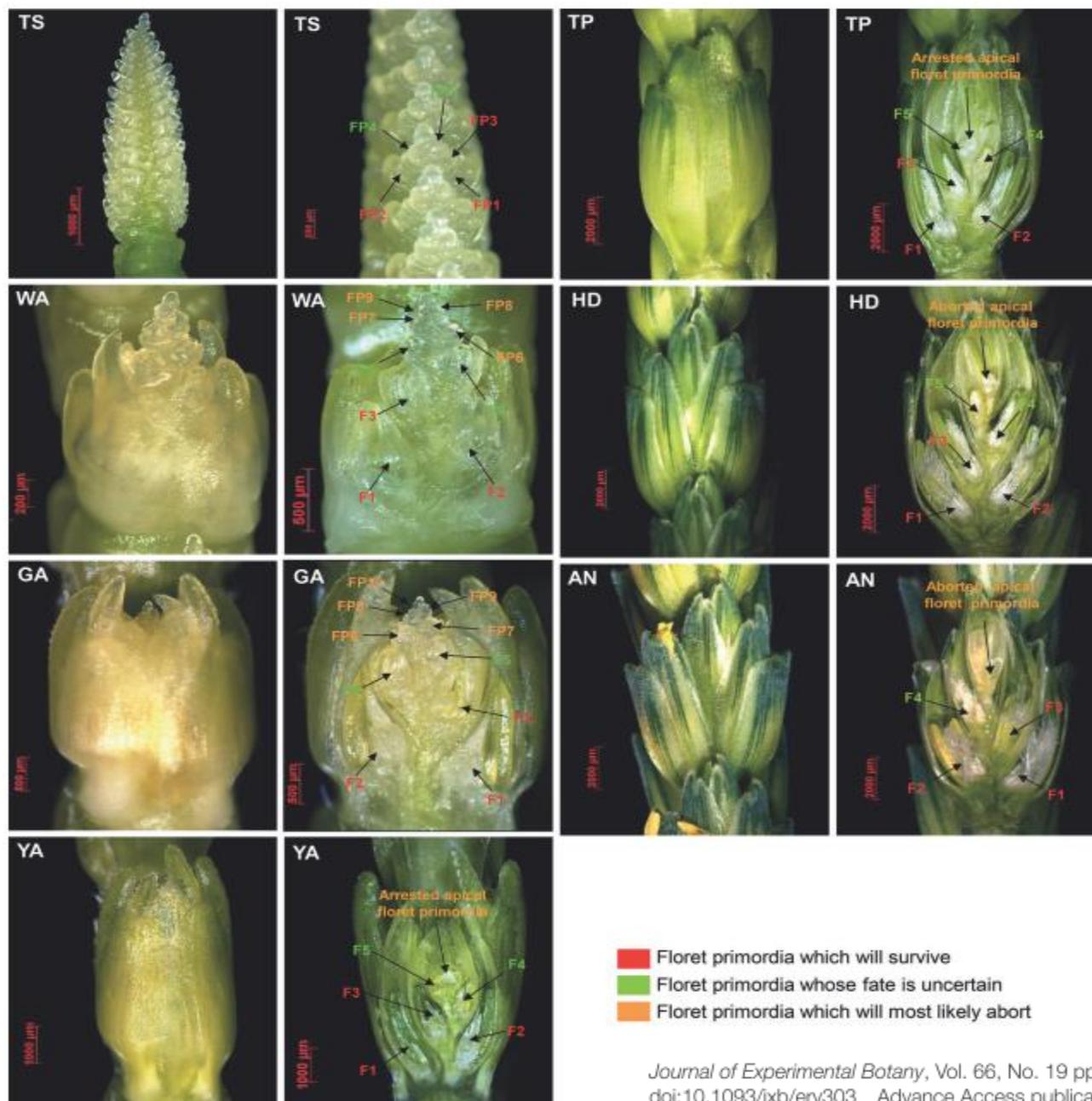
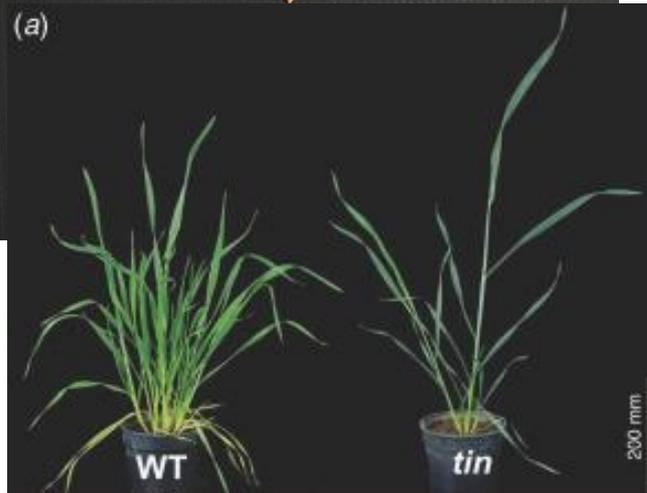


Fig. 9. Effects of tiller removal on floral degradation, the maximum floret primordia number, fertile floret number, and final grain number by modifying competition between tillers and the main shoot, spike, and stem on main shoot.



Journal of Experimental Botany, Vol. 66, No. 19 pp. 5945–5958, 2015
 doi:10.1093/jxb/erv303 Advance Access publication 8 July 2015

Fig. 2. Details of floral development and abortion processes at seven developmental stages in wheat following the staging of Kirby and Appleyard (1987). The left panels are spikelets at the seven floral developmental stages, and the right panels are the longitudinal section of corresponding spikelets.





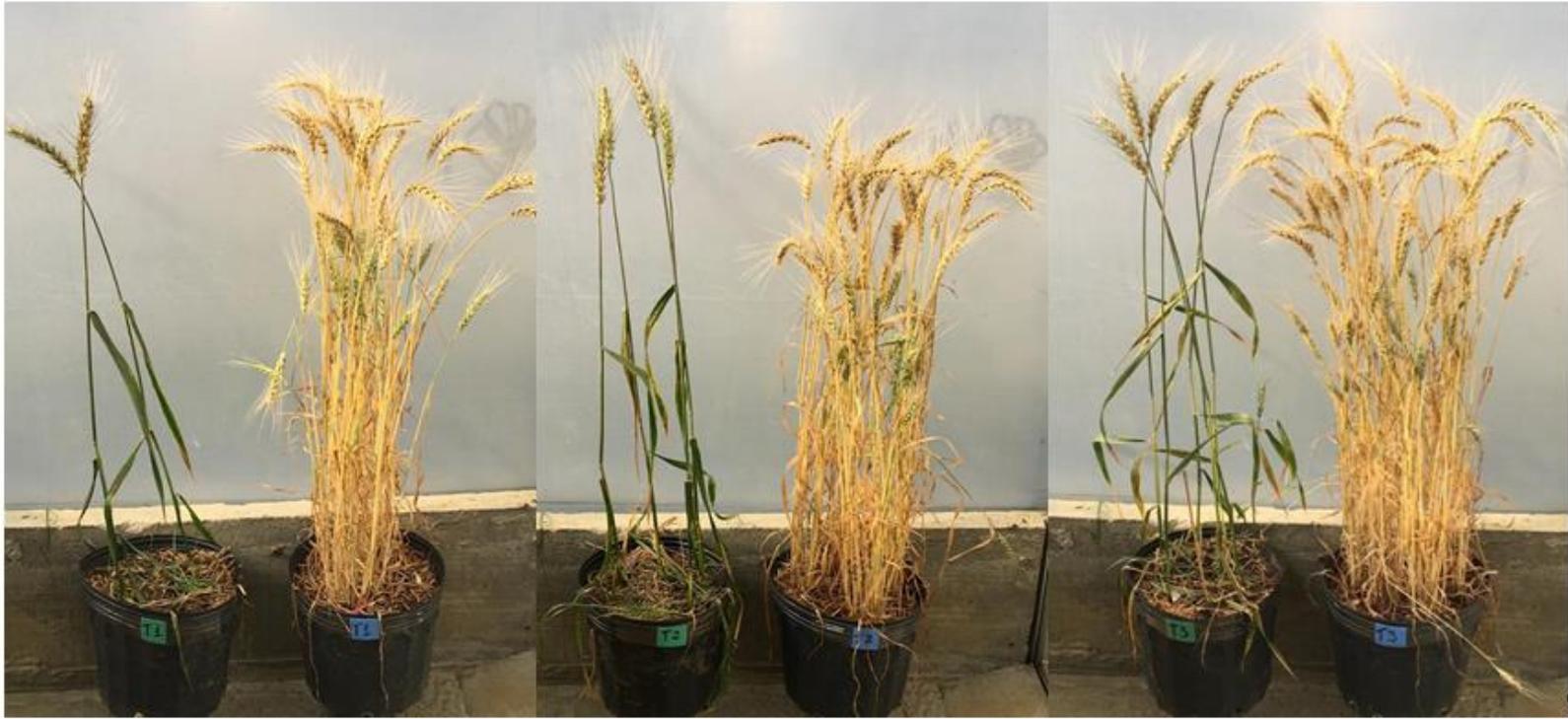


Figura 2. Imagens representativas de cada densidade de semeadura, duas plantas (A), quatro plantas (B) e seis plantas (C) com ambos os tratamentos retirada (vaso da esquerda) e testemunha (vaso da direita). Curitiba (SC), 2019. ¶

Aumento no número de espiguetas de grãos por espiguetas

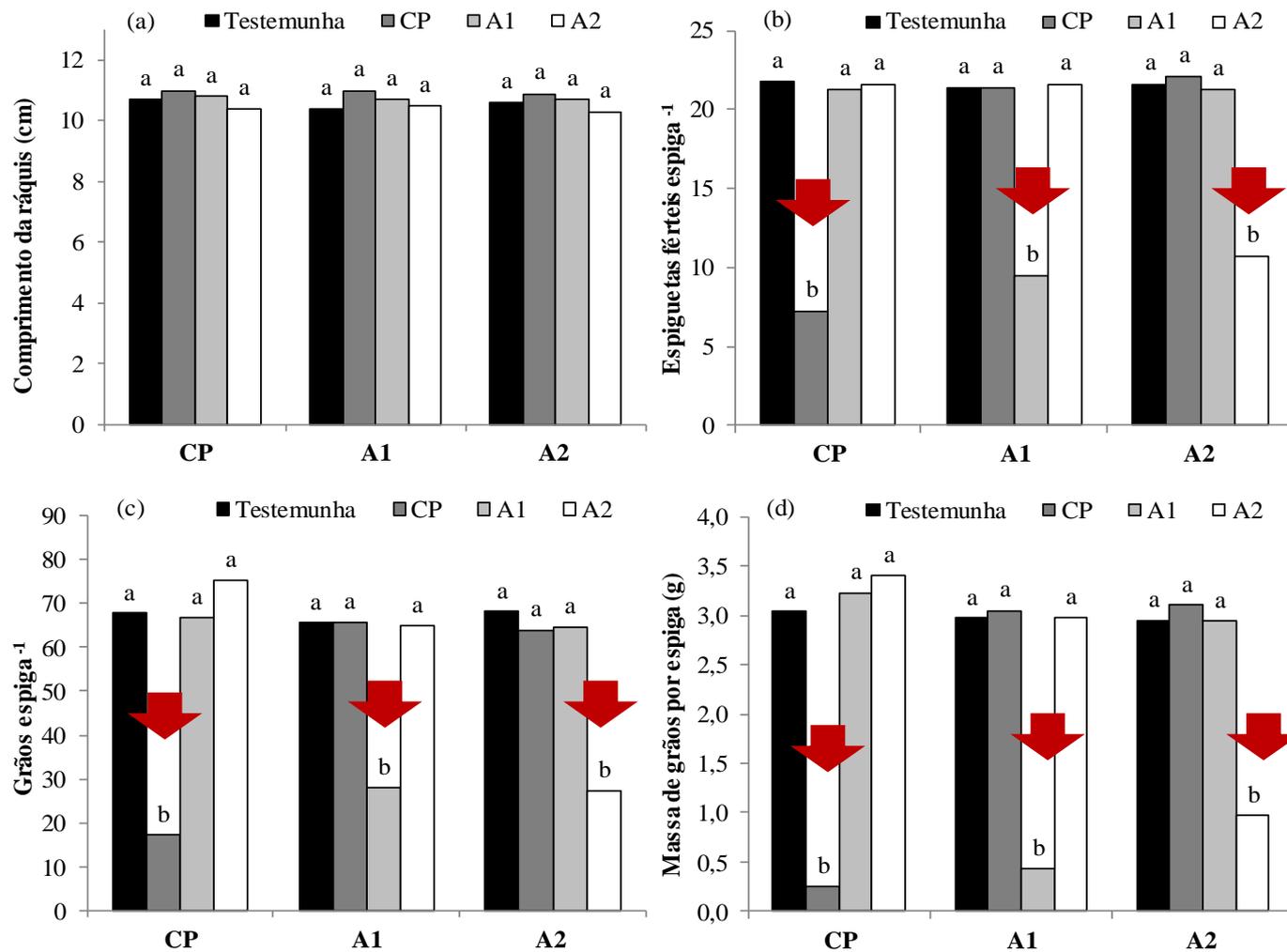
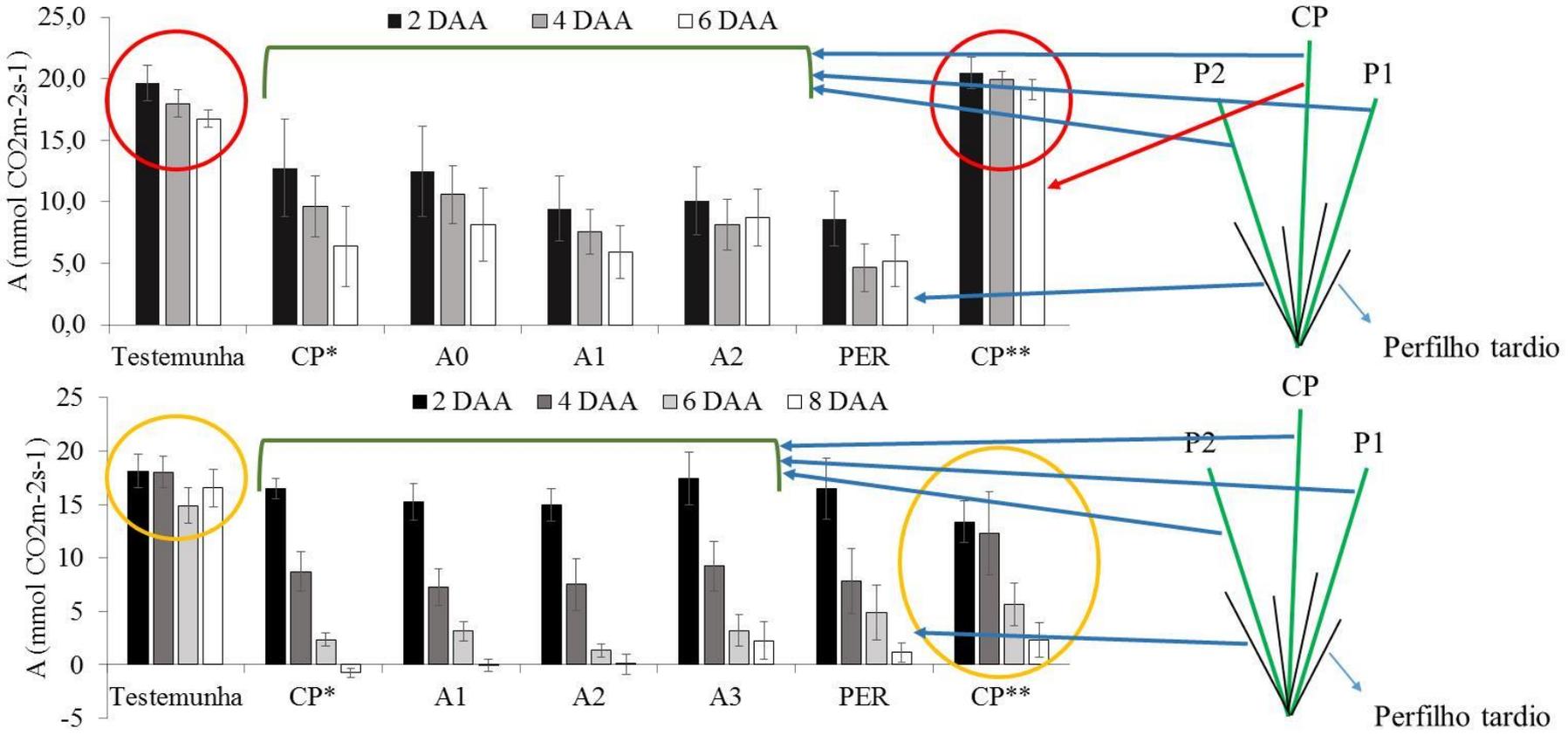


Figura 4: Comprimento da ráquis, espiguetas férteis por espiga, grãos por espiga e massa de grãos por espiga de perfilhos de plantas de trigo em função da aplicação de herbicida Clethodim. Curitibaanos (SC), 2016.

CP: colmo principal; A1: primeiro perfilho emitido; A2: segundo perfilho emitido; Médias seguidas da mesma letra não

Figura 5. Assimilação líquida de carbono ($\text{CO}_2 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$) (A) de plantas de trigo da cultivar BRS Guamirim (a) e BRS Parrudo (b) no estágio de 10 da escala de Feeks e Large (1954), em função da aplicação de Glyphosate. Curitibaanos (SC) 2018.

CP*: colmo principal - tratamento (iii); A1: primeiro perfilho emitido; A2: segundo perfilho emitido; A3: terceiro perfilho emitido; PER: Perfilho tardio; CP**: Colmo principal - tratamento (iv); e DAA: Dias após a aplicação. As barras verticais representam o desvio padrão da média.



Michelon (2017)

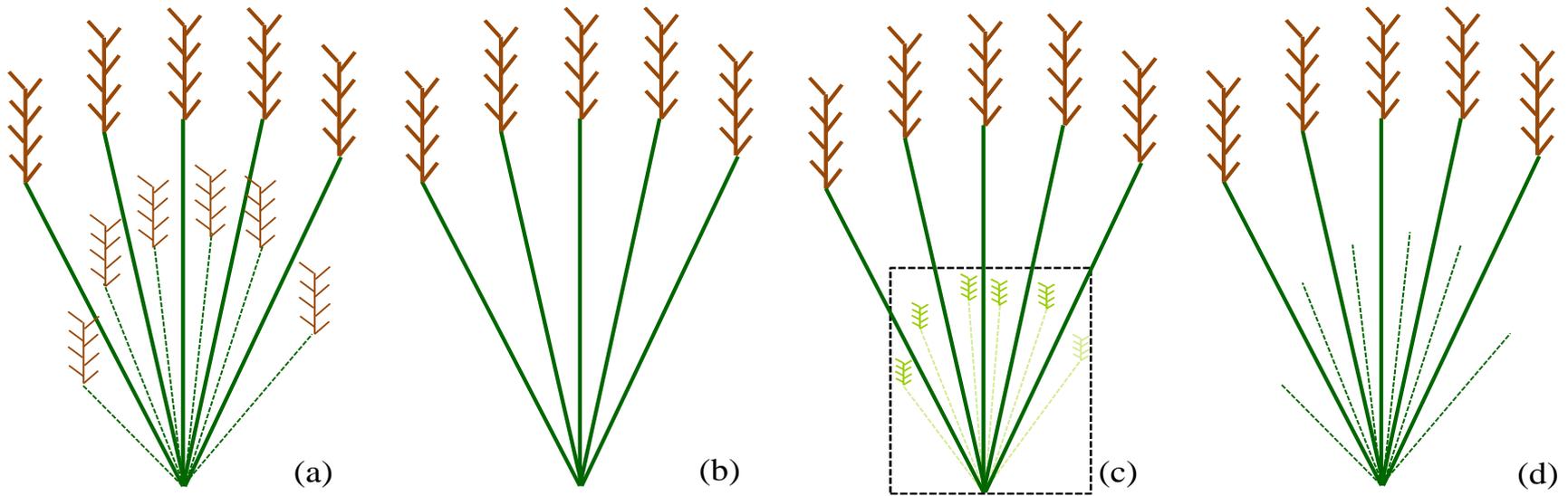


Figure 1. Free-tillering (a) detillering (b), physical suppression (c) and spikes removal (d) plants. Solid lines represent primary tillers. Dashed lines represent late tillers.

Michelon (2017)

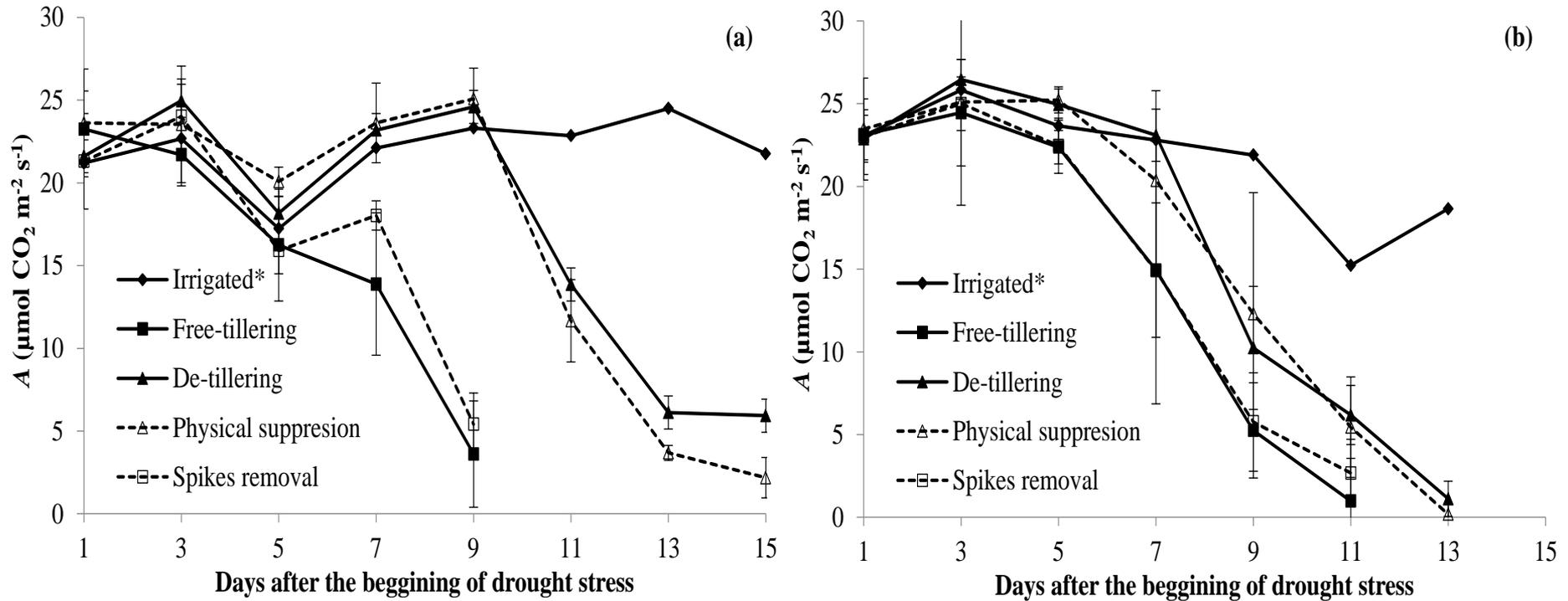


Figure 2. Carbon net assimilation of BRS Guamirim (A) and BRS Parrudo (B) plants as affected by drought stress at pre-anthesis stage. Vertical bars indicate standard deviation.

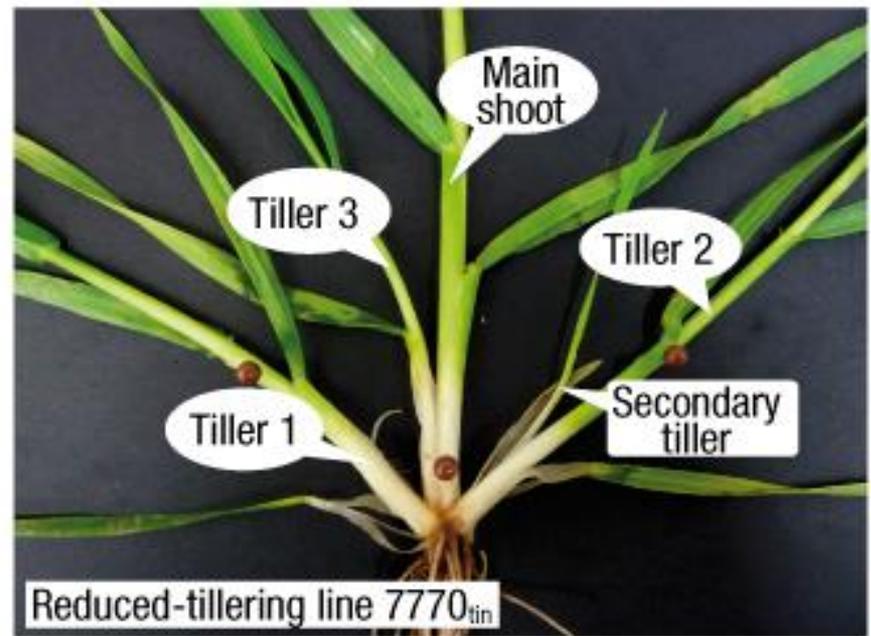
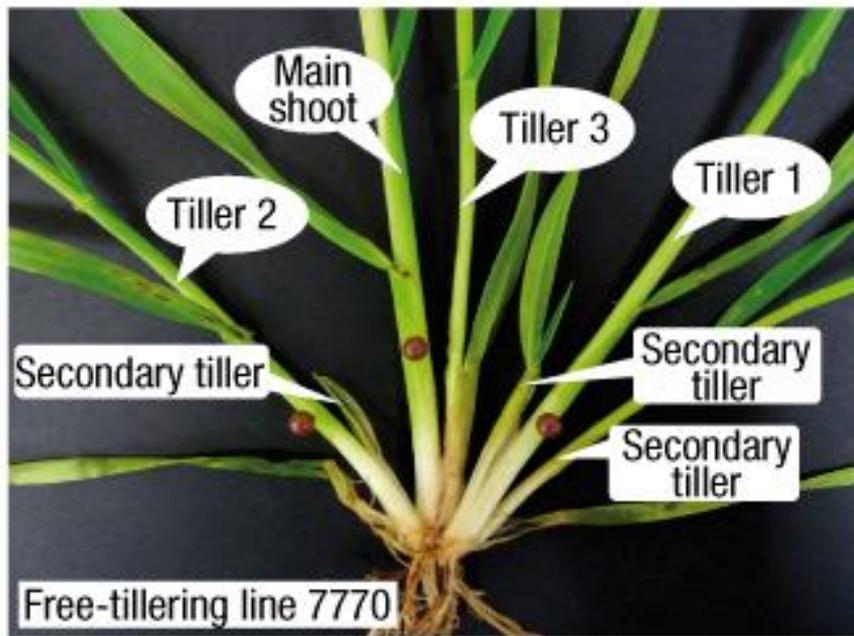


FIGURE 1 Shoot types on sisterlines of identical age with (7770_{tin}) and without (7770) the *tin* gene.

In free-tillering lines there is more chance for the growth of later primary tillers (from leaf axils on the main shoot) and secondary tillers (from leaf axils on primary tillers).

In this example the *tin* line had three primary tillers with one thin secondary tiller emerging. In contrast the free-tillering lines had three primary and secondary tillers with one of them being as vigorous as the *tin* line's primary tiller 3.

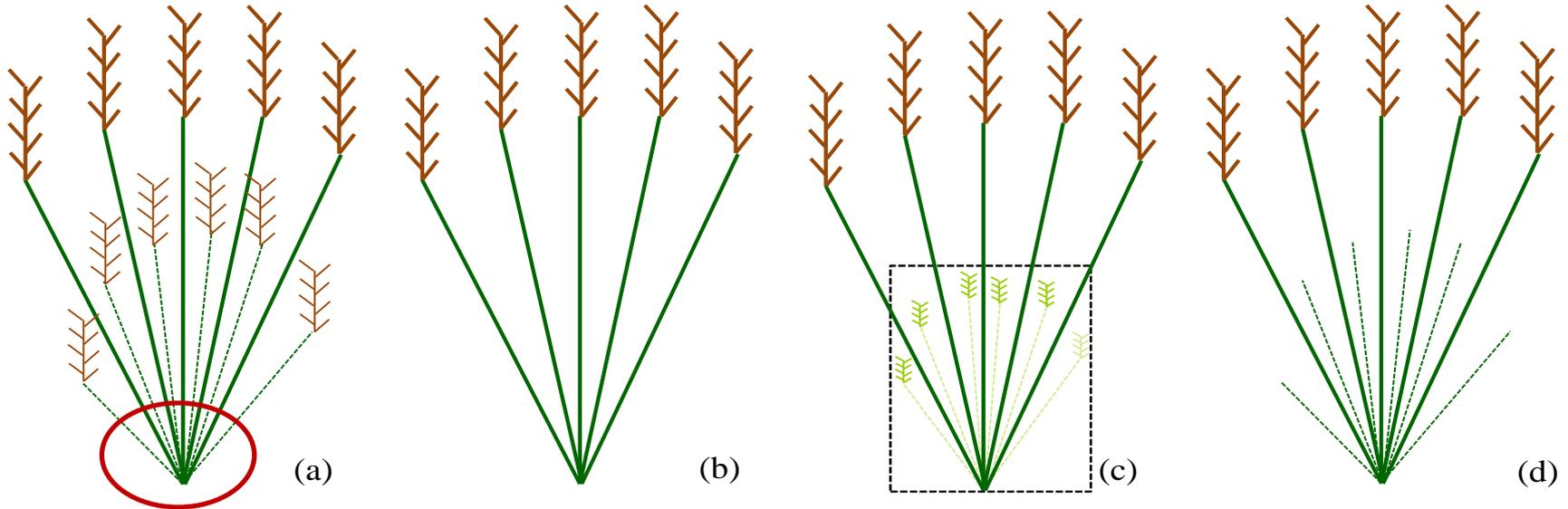
↓ Perfilhamento

↓ Área foliar (desnecessária)

↓ Perda de água

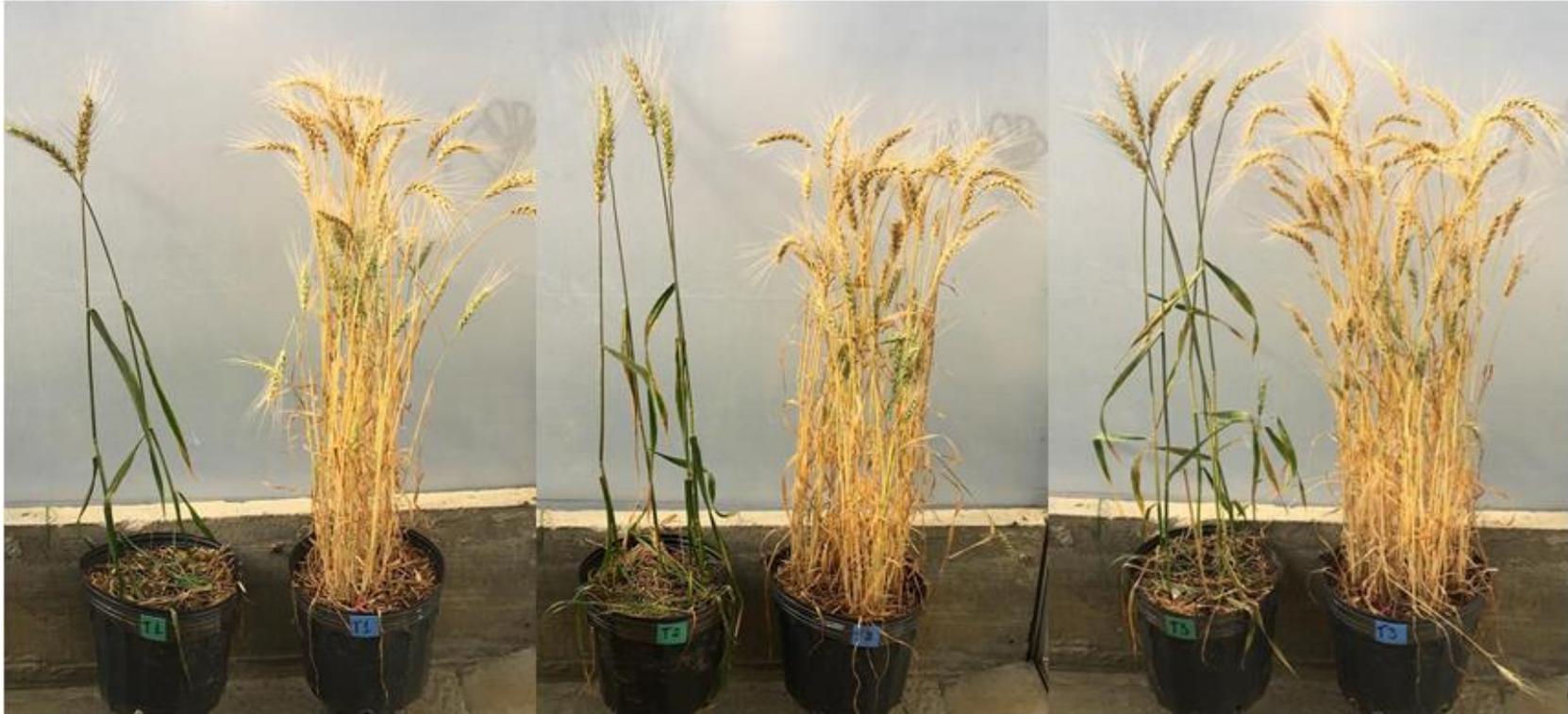
↑ Capacidade de suportar déficit hídrico

TRABALHOS PARA 2019



Dúvidas quanto à presença de conexão simplástica entre perfilhos após o início do alongamento

TRABALHOS PARA 2019



Dúvidas quanto à alterações nas relações de fonte e dreno em plantas submetidas À retirada dos perfilhos

CASA DE VEGETAÇÃO – EXPERIMENTO 1

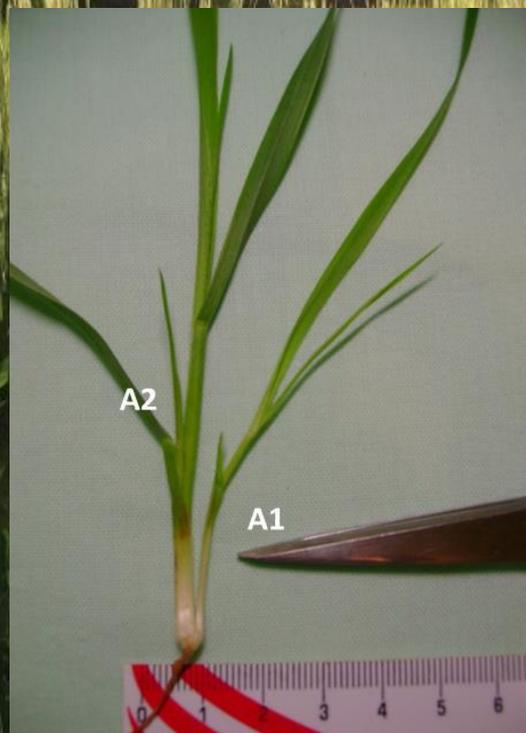
“Estudo das conexões vasculares entre perfilhos de trigo”

2 Cultivares: BRS Guamirim e BRS Parrudo

Com e sem sombrite durante o período de perfilhamento

6 repetições (24 vasos)

Coletas no período de antese



CASA DE VEGETAÇÃO – EXPERIMENTO 2

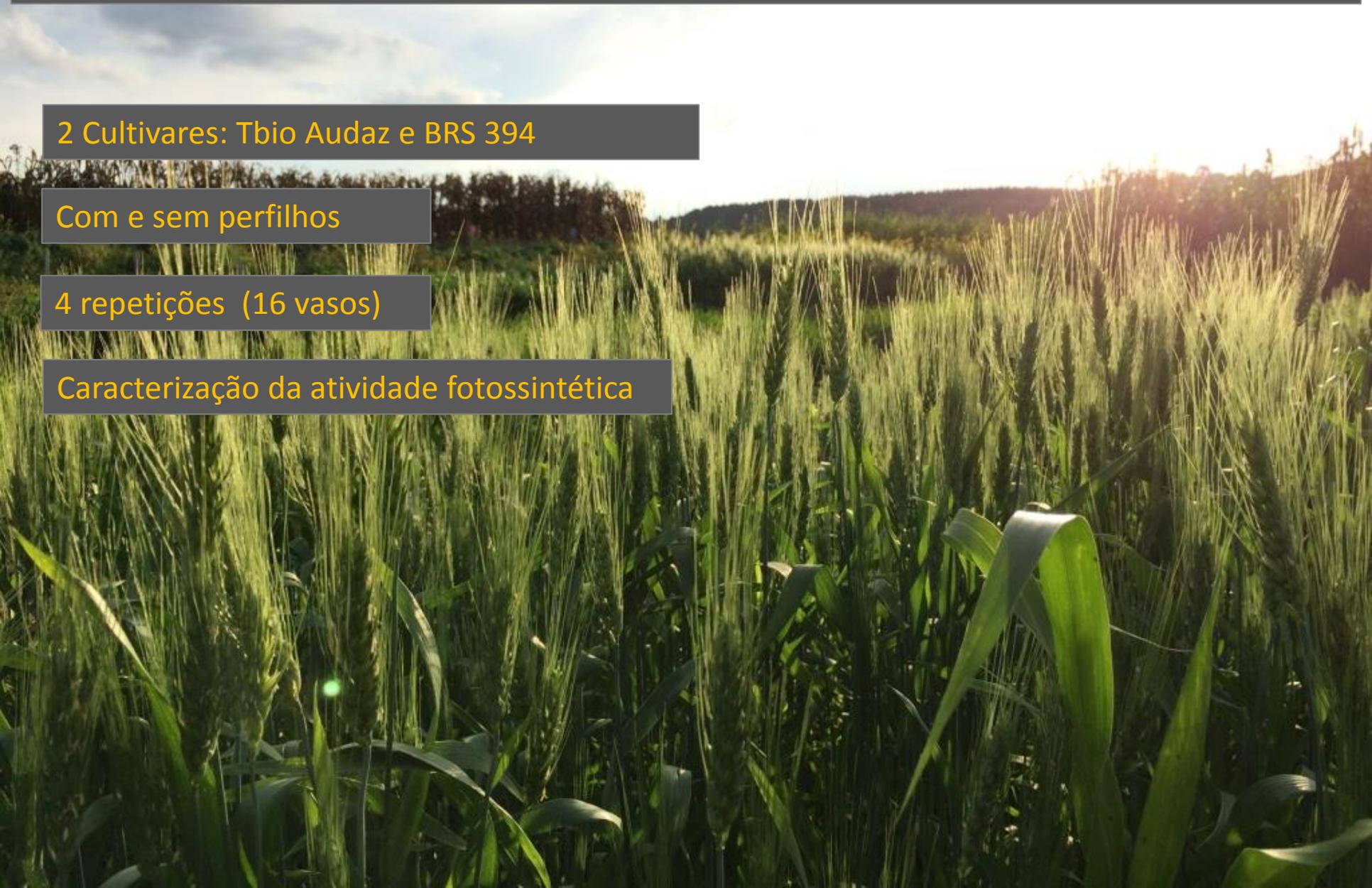
“Aspectos fisiológicos e produtivos de plantas de trigo submetidas à retirada dos perfilhos”

2 Cultivares: Tbio Audaz e BRS 394

Com e sem perfilhos

4 repetições (16 vasos)

Caracterização da atividade fotossintética



CASA DE VEGETAÇÃO – EXPERIMENTO 3

“Relações fonte-dreno em plantas de trigo submetidas à retirada dos perfilhos”

2 Cultivares: Tbio Audaz e BRS 394

Com e sem perfilhos

4 repetições (48 vasos)

Caracterização da atividade fotossintética

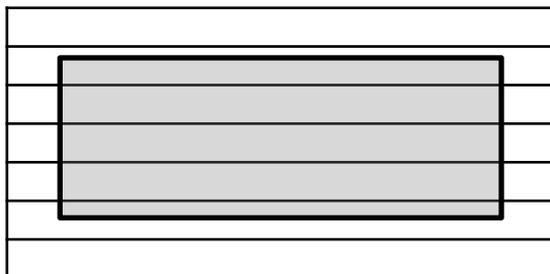
Testemunha

Desfolha total

Apenas a folha bandeira



| | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----|
| Cultivar B Desunif. | Cultivar A Test. | Cultivar B Baixo | Cultivar A Baixo | Cultivar A Desunif. | Cultivar B Test. | B4 |
| Corredor | | | | | | |
| Cultivar B Baixo | Cultivar A Baixo | Cultivar B Test. | Cultivar A Test. | Cultivar B Desunif. | Cultivar A Desunif. | B3 |
| Corredor | | | | | | |
| Cultivar A Baixo | Cultivar B Test. | Cultivar B Desunif. | Cultivar A Desunif. | Cultivar B Baixo | Cultivar A Test. | B2 |
| Corredor | | | | | | |
| Cultivar A Test. | Cultivar A Desunif. | Cultivar A Baixo | Cultivar B Test. | Cultivar B Desunif. | Cultivar B Baixo | B1 |



8 linhas (0,17m) com 4 m

Útil: 4 linhas com 3 m

Cultivar A:

Cultivar B:

Semeadura:

Emergência:

Cultivar A

| | | | | | |
|----------|-------|-------|-------|-------|----|
| TEST | H1 E1 | H1 E2 | H2 E1 | H2 E2 | B4 |
| Corredor | | | | | |
| H1 E2 | H2 E1 | TEST | H2 E2 | H1 E1 | B3 |
| Corredor | | | | | |
| H2 E2 | TEST | H1 E1 | H1 E2 | H2 E1 | B2 |
| Corredor | | | | | |
| H2 E | H1 E2 | H1 E1 | TEST | H2 E2 | B1 |

Cultivar A:

Cultivar B:

Herbicida 1:

Herbicida 2:

Época 1:

Época 2:

11 linhas (0,17m) com 5 m

Útil: 7 linhas com 4 m

Semeadura:

Emergência:

Contato

E-mail: s.fioreze@ufsc.br

Telefone: (49) 99920 8375
(48) 3721 2181



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA