

Influência da época de semeadura sobre o efeito da brusone e da restrição hídrica no comportamento de genótipos de trigo



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Trigo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
100**

**Influência da época de semeadura sobre o
efeito da brusone e da restrição hídrica no
comportamento de genótipos de trigo**

*Joaquim Soares Sobrinho
Vanoli Fronza
Jorge Henrique Chagas
Júlio César Albrecht
Pedro Luiz Scheeren
Ricardo Lima de Castro*

***Embrapa Trigo
Passo Fundo, RS
2021***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Trigo
Rodovia BR 285, km 294
Caixa Postal 3081
99050-970 Passo Fundo, RS
Telefone: (54) 3316-5800
Fax: (54) 3316-5802
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da Embrapa Trigo

Presidente
Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi

Vice-presidente
Ana Lídia Variani Bonato

Secretária
Marialba Osorski dos Santos

Membros
Elene Yamazaki Lau, Fabiano Daniel De Bona,
João Leodato Nunes Maciel, Luiz Eichelberger,
Maria Imaculada Pontes Moreira Lima, Martha
Zavariz de Miranda, Sirio Wiethölter

Normalização bibliográfica
Rochelle Martins Alvorcem (CRB 10/1810)

Tratamento das ilustrações
Márcia Barrocas Moreira Pimentel

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Márcia Barrocas Moreira Pimentel

Foto da capa
Jorge Henrique Chagas

1ª edição
Publicação digital - PDF (2021)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Trigo

Influência da época de semeadura sobre o efeito da brusone e da restrição hídrica
no comportamento de genótipos de trigo. / por Joaquim Soares Sobrinho... [et
al.]. – Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2021.
PDF (23 p.) : il. color. - (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e
desenvolvimento online, 100).

ISSN 1677-8901

1. Triticum aestivum. 2. Seca. 3. Rendimento de grãos. 4. Pyricularia oryzae. 5.
Cultivares. I. Sobrinho, Joaquim Soares. II. Embrapa Trigo. IV. Série.

CDD (21. ed.) 632.4

Rochelle Martins Alvorcem (CRB -10/1810)

© Embrapa, 2021

Sumário

Resumo5

Abstract6

Introdução.....7

Material e Métodos10

Resultados e Discussão11

Conclusões.....21

Agradecimentos.....22

Referências22

Influência da época de semeadura sobre o efeito da brusone e da restrição hídrica no comportamento de genótipos de trigo

Joaquim Soares Sobrinho¹

Vanoli Fronza²

Jorge Henrique Chagas³

Julio Cesar Albrecht⁴

Pedro Luiz Scheeren⁵

Ricardo Lima de Castro⁶

Resumo – Com uma extensa área disponível para a produção de trigo no Brasil Central, a brusone, doença causada pelo fungo *Pyricularia oryzae*, e a seca, são os principais fatores limitantes à expansão da cultura. Com o uso da diversidade genética do trigo e de tecnologias existentes, é possível mitigar os efeitos dessas adversidades. Dentre elas, a época de semeadura, associada às características das cultivares, representa importante ferramenta no enfrentamento a essas adversidades. Foram avaliados os efeitos da época de semeadura sobre o comportamento de 35 diferentes genótipos de trigo sob condições de incidência de brusone e de restrição hídrica em Uberaba-MG. Os experimentos foram semeados em 12/03 e 03/04/2019 e os genótipos foram avaliados por meio do efeito de doenças nas folhas e espigas, peso do hectolitro e de mil grãos e rendimento de grãos. Os grupos de genótipos de maiores rendimentos, nas duas épocas de semeadura, demonstram a importância da época, pois aqueles suscetíveis à brusone não tiveram bom desempenho na semeadura de 12/03, mas, foram contemplados dentre os mais produtivos na semeadura de 03/04. A variação na época de semeadura é eficiente na identificação de genótipos mais tolerantes à restrição hídrica e à brusone. Informações do comportamento dos genótipos frente às adversidades são importantes na escolha da cultivar, pois as de

¹Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia/Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Trigo, Uberaba, MG.

²Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Trigo, Uberaba, MG.

³Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia/Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Trigo, Planaltina, DF.

⁴Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

⁵Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências/Genética Vegetal, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

⁶Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

ciclo precoce ou médio e suscetíveis à brusone, podem ser semeadas no final do período de semeadura indicado, mas, precisam ser mais tolerantes à seca. Os genótipos de ciclo mais longo e com menor tolerância à seca podem ser semeados no início do período de semeadura indicado, pois, podem escapar da brusone em função do seu ciclo.

Termos para indexação: *Triticum aestivum*, seca, rendimento de grãos, *Pyricularia oryzae*, cultivares.

Influence of sowing time on the effect of blast and water restriction on the behavior of wheat genotypes

Abstract - With an extensive area available for wheat production in Central Brazil, blast, a disease caused by the fungus *Pyricularia oryzae*, and drought, are the main limiting factors for the expansion of the crop. Using the genetic diversity of wheat and existing technologies, it is possible to mitigate the effects of these adversities. Among them, the sowing time, associated with the characteristics of the cultivars, represents an important tool in facing these adversities. The effects of sowing date on the behavior of 35 different wheat genotypes under blast incidence and water restriction conditions in Uberaba-MG were evaluated. The experiments were sown on 03/12 and 04/03/2019 and the genotypes were evaluated through the effect of diseases on leaves and ears, hectoliter and thousand grain weight and grain yield. The groups of genotypes with the highest yields, in the two sowing seasons, demonstrate the importance of the season, as those susceptible to blast did not perform well in the March 12th sowing, but were considered among the most productive in the April 03rd sowing. The sowing date variation is efficient in identifying genotypes that are more tolerant to water restriction and blast. Information on the behavior of genotypes in face of adversity is important in choosing the cultivar, as those with an early or medium cycle and susceptible to blast can be sown at the end of the indicated sowing period, but they need to be more tolerant to drought. Genotypes with a longer cycle and less tolerance to drought can be sown at the beginning of the indicated sowing period, as they can escape blast depending on their cycle.

Index terms: *Triticum aestivum*, drought, grain yield, *Pyricularia oryzae*, cultivars.

Introdução

O trigo, como a cultura de grãos mais plantada no mundo, devido a sua diversidade genética, adapta-se às mais diversas regiões do Brasil e do mundo. Muitos são os problemas climáticos enfrentados pela cultura no Brasil, pois seu cultivo estende-se por uma região que contempla zonas temperadas, subtropicais e tropicais, deparando-se com adversidades como excesso de umidade, seca, granizo, geada e calor, além de outros agentes tão ou mais nocivos como diferentes patógenos causadores de doenças.

A região do Brasil Central desponta-se como nova fronteira para produção de trigo, com alto potencial de produção, de produtividade e de alta qualidade tecnológica. De acordo com Albrecht et al. (2007), a área propícia ao cultivo de trigo no Cerrado é estimada em 4 milhões de hectares, sendo 1,5 milhão disponíveis para o cultivo irrigado e 2,5 milhões para cultivo de sequeiro. Já Pasinato (2017), utilizando vários critérios de restrição e níveis de risco, estimou uma área potencial, para cultivo do trigo de sequeiro no bioma Cerrado, variando entre 1,3 e 3,0 milhões de hectares.

A diversidade de áreas de cultivo constitui uma solução para diminuir a variação na produção total decorrente de adversidades climáticas, assim, Souza e Ramalho (2001) ressaltam que o cultivo do trigo é uma opção para rotação de culturas, necessária para manter maiores produtividades das culturas de verão na região do Brasil Central.

Dentre os principais fatores limitantes da adoção do trigo entre os cultivos de segunda safra na vasta região do Brasil Central, destacam-se a brusone e a seca, exatamente nesta ordem. Os efeitos destes fatores podem ser minimizados, ou até eliminados, por meio da resistência existente no acervo genético da espécie e de tecnologias que permitam a melhor exploração do ambiente. Sobre este assunto, Coelho et al. (2019) argumentam que a escolha da época de semeadura deve procurar adequar os eventos climáticos às fases da cultura do trigo, mencionando que a fase de perfilhamento é favorecida por temperaturas mais amenas, próximas de 20 °C, ressaltando que ele tolera geada na fase vegetativa, mas, não na fase que vai da floração até a maturação fisiológica

dos grãos. Os autores mencionam ainda que o desenvolvimento da parte aérea pode ser favorecido por temperaturas até 25 °C, enquanto temperaturas entre 18 e 24 °C favorecem a fertilização, ao passo que temperaturas elevadas e umidade relativa abaixo de 40% provocam a inviabilidade dos grãos de pólen. Coelho et al. (2019) também mencionam que o trigo pode ser semeado em Minas Gerais, sob irrigação, entre 10 de abril e 31 de maio, em áreas a partir de 400 m de altitude e, em sequeiro, em regiões com altitudes superiores a 800 m, onde as temperaturas são mais amenas, entre 01 de março e 20 de abril, condições capazes de atender as necessidades de água para a cultura. Entretanto, temperaturas mais elevadas e a ocorrência de chuvas no espigamento podem propiciar condições favoráveis para alta incidência e severidade de brusone nas semeaduras realizadas na primeira quinzena de março. Outro aspecto importante a considerar na definição da época de semeadura, é a ocorrência de geadas em algumas regiões, devendo-se evitar a coincidência do florescimento nos meses de junho e julho.

Em trabalhos realizados em Patos de Minas, Coelho (2015) verificou que a incidência de brusone é extremamente alta na semeadura realizada nos meses de fevereiro e março, mas, sofre variações, de acordo com as alterações nas temperaturas, entre fevereiro e agosto. Segundo o autor, a incidência nas espigas caiu para valores inferiores a 10% quando as temperaturas médias mínimas mensais ficaram abaixo de 14°C, as quais, na maioria das regiões brasileiras de clima tropical, propícias ao cultivo do trigo, são observadas nos meses de maio, junho e julho, indicando que a semeadura deve ser planejada para que o espigamento do trigo ocorra nos meses mais frios. Também como estratégia de convivência com a brusone, Coelho (2015) destaca o conhecimento do ciclo das cultivares em cada área de cultivo, lembrando que o mesmo pode sofrer alterações conforme as condições de ambiente do local, destacando que temperaturas elevadas e déficit hídrico são os principais fatores que causam encurtamento do ciclo, ao passo que em regiões de maiores altitudes, normalmente mais frias e com maiores índices pluviométricos, os ciclos das cultivares tendem a aumentar. Este efeito das condições locais do ambiente sobre o ciclo das plantas pode ser utilizado na escolha da época de semeadura, de forma que o espigamento sob temperaturas mais amenas atue como condição desfavorável à penetração e ao desenvolvimento do fungo causador da brusone na espiga. Além disso, o molhamento prolongado das espigas, causado pela ocorrência de chuvas e/ou de orvalho, também

favorecem epidemias da doença. Em resumo, com o planejamento da data de semeadura de acordo com as informações técnicas relativas ao ciclo das cultivares e das condições de ambiente, é possível reduzir ou, até mesmo evitar, a incidência de brusone.

No caso da seca, o uso de parte ou do conjunto de tecnologias do sistema de plantio direto, nos últimos 20 anos nos cerrados, tem contribuído de maneira decisiva para redução dos efeitos da mesma sobre os plantios de segunda safra. O déficit hídrico, segundo Giroto et al. (2012), ocupa os primeiros lugares entre os vários fatores limitantes da produção vegetal, pois, além de afetar as relações hídricas nas plantas, alterando o metabolismo, este fenômeno ocorre em grandes extensões de áreas cultiváveis. Para Nogueira et al. (2001), estresses abióticos, como a seca, além de reduzirem significativamente o rendimento das lavouras, restringem as latitudes e os solos onde as espécies comercialmente importantes poderiam ser cultivadas.

No caso do trigo, segundo Fumis e Pedras (2002), as cultivares tolerantes à seca podem utilizar, pelo menos, dois mecanismos distintos para um maior aproveitamento da água, como reduzir a quantidade de água consumida ou, produzir mais grãos por uma mesma quantidade de água. Para Denadai e Klar (1995), a escassez do recurso água leva à necessidade de técnicas e métodos que permitam aumentar a produtividade das culturas a cada volume de água aplicada.

Para Souza e Ramalho (2001), no entanto, o principal fator limitante da cultura do trigo na Região do Brasil Central são as temperaturas elevadas durante todo o ciclo das plantas, pois elas afetam várias características, com consequente redução na produtividade. Para Souza (1999) esta redução pode chegar a 50% no cultivo de inverno, com irrigação, em altitudes inferiores a 800 m.

De acordo com McMaster (1997), para cada fase de desenvolvimento da planta de trigo existe uma faixa de temperatura ótima. A senescência, caracterizada pela clorose das folhas e maturidade precoce do grão, segundo Yang et al. (2002), é a primeira resposta das plantas de trigo às altas temperaturas, o que ocasiona forte redução no rendimento de grãos e de seus componentes.

O grande desafio do cultivo do trigo na região do Brasil Central é a busca incessante por cultivares cada vez mais tolerantes a fatores abióticos, como seca e temperatura elevadas e, principalmente, resistentes à brusone.

Este trabalho tem por finalidade analisar o efeito da época de semeadura sobre o comportamento dos genótipos do ensaio para determinação do Valor de Cultivo e Uso (VCU), visando à identificação daqueles que possuam maior tolerância à brusone e/ou à seca, de modo que, com essas informações, seja possível selecionar aqueles cujo posicionamento em relação à época de semeadura permita obter o máximo rendimento de grãos.

Material e Métodos

O ensaio de VCU, composto de 35 genótipos, foi conduzido na Fazenda Nossa Senhora da Abadia, no município de Uberaba-MG, Região do Triângulo Mineiro, a 1.000 m de altitude, em latossolo vermelho-amarelo, originalmente distrófico, com teor de argila de 50%. O clima da região é do tipo tropical, com inverno seco (Aw) pela classificação climática de Köppen-Geiger (Köppen, 1948).

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. A semeadura foi feita em duas épocas, 12 de março e 03 de abril de 2019, em parcelas de cinco linhas de 5,0 m e espaçadas de 0,20 m, sobre palhada de soja, por meio de semeadora-adubadora de parcelas.

A adubação foi de 250 kg ha⁻¹ de 08-28-16 na semeadura, mais 45 kg ha⁻¹ de nitrogênio no perfilhamento, na forma de ureia. Na primeira época de semeadura foram realizadas duas aplicações do fungicida tebuconazole (0,8 L ha⁻¹) nos dias 26/04 e 06/05, com cerca de 130 L ha⁻¹ de calda visando o controle de brusone nas espigas. Em função das condições climáticas, pelo cessamento das chuvas no início do espigamento, não se fez necessário a aplicação de fungicidas na segunda época de semeadura.

O controle de plantas daninhas foi realizado com aplicação dos herbicidas clodinafope-propargil (0,25 L ha⁻¹) e metilssulfurom-metilico (0,6 g ha⁻¹) para o controle de plantas daninhas de folhas estreitas e largas, respectivamente, conforme as indicações técnicas (REUNIÃO..., 2019).

Os genótipos foram avaliados quanto ao seu comportamento frente à queima de folhas e brusone nas espigas, cerca de 70 dias após a emergên-

cia, estágio 7.5 e 7.7 da escala de Zadoks et al (1974). A queima de folhas se refere ao conjunto de necroses provocadas pelas manchas atribuídas aos fungos das manchas amarela (*Drechslera tritici-repentis*), e marron (*Bipolaris sorokiniana*), da brusone (*Pyricularia oryzae*), e à seca natural das folhas (na grande maioria provocada pelo estresse hídrico). No caso da brusone, foi avaliada a quantidade de espigas com sintomas (incidência, em percentagem), em 1,0 m da linha central da parcela e, no caso das outras doenças, pela avaliação visual do percentual de folhas com manchas existentes nas plantas de toda a parcela. Foram também determinadas as perdas devidas à brusone, por meio da pesagem antes e após a passagem dos grãos de cada parcela em máquina de pré-limpeza (marca 'Pfeuffer'), a qual elimina os grãos mal desenvolvidos (chochos e muito pequenos).

Para avaliação do rendimento de grãos foram colhidas as cinco linhas da parcela com colheitadeira de parcelas 'Wintersteiger' e, após a limpeza, foram determinados a umidade e os pesos das mesmas, transformados em kg ha⁻¹ após a padronização da umidade para 13%. Também foram determinados o peso do hectolitro e de mil grãos. Os ciclos foram avaliados da emergência ao espigamento (com 50% das espigas da parcela totalmente expostas) e à maturação, quando os grãos atingiram o estágio de massa dura.

Para a análise de variância foi utilizado o programa SISVAR, da Universidade Federal de Lavras (Ferreira, 2011), para os dados de rendimento de grãos, peso do hectolitro e de mil grãos. Para a comparação entre genótipos foi utilizado o teste de Scott-Knott (Scott; Knott, 1974) a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Na Figura 1 estão registradas as precipitações pluviométricas e temperaturas médias do ar no período de março a junho.

Os resultados relativos à incidência de doenças, ciclo, altura de planta e acamamento encontram-se na Tabela 1. No que se refere ao comportamento dos genótipos em relação aos sintomas da brusone, observa-se que a incidência da doença foi mais baixa em todos os genótipos na segunda época de semeadura, o que se explica pela redução na umidade e temperatura, conforme relatam Coelho (2015) e Coelho et al. (2016) que, neste último trabalho, realizado em Patos de Minas, verificaram que genótipos de trigo semeados

em 04/03 tiveram maiores valores dos índices da brusone (ID) do que na semeadura de 17/05. Os resultados da Tabela 1 também mostram que o espigamento dos genótipos ocorreu de 27/04 a 07/05 na semeadura de 12/03, com 298,6 mm de chuva durante todo o ciclo e, de 19/05 a 29/05 na semeadura de 03/04, com 210,7 mm durante o ciclo. Assim, na primeira época, os genótipos receberam 42% a mais de chuva que na segunda época, sendo que, praticamente, não ocorreram chuvas durante o enchimento de grãos, principalmente na segunda época. Desses totais, ocorreram 31,5 mm de chuva do espigamento dos primeiros genótipos ao início do enchimento de grãos dos últimos genótipos a espigar na primeira época e, apenas 2,5 mm nos da segunda época. Por outro lado, na segunda época os genótipos foram favorecidos pela queda nas temperaturas, o que permitiu um pequeno alongamento no ciclo e o escape quase que total da brusone nos genótipos de ciclos médio e tardio.

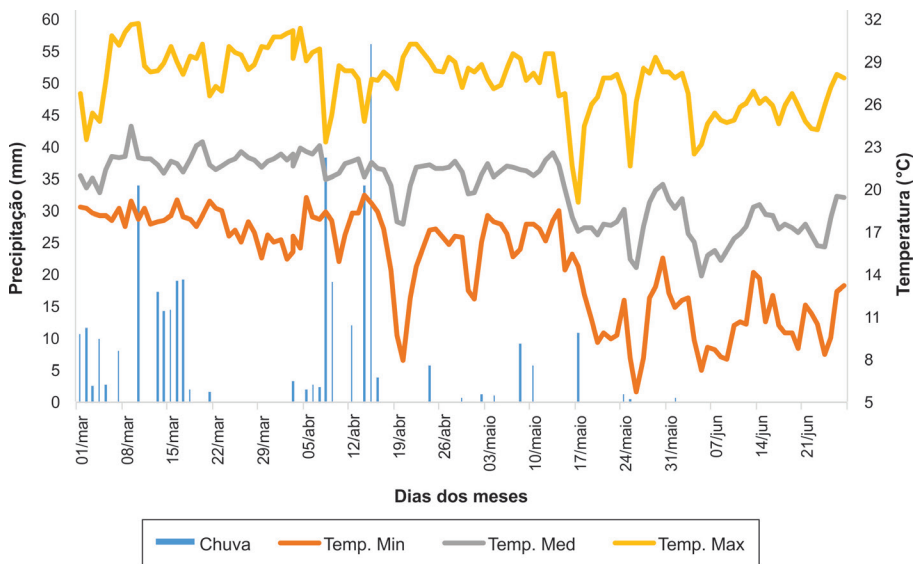


Figura 1. Precipitação pluvial e temperaturas máxima, média e mínima na Fazenda Nossa Senhora da Abadia, Uberaba-MG, 2019.

Tabela 1. Brusone, queima de folha, ciclo ao espigamento e à maturação e altura de planta e acamamento de genótipos de trigo, em duas épocas de semeadura (12/3 e 03/4), Uberaba-MG, 2019.

Genótipo	Brusone (%)		QF (%) ⁽¹⁾		CE (dias) ⁽²⁾		CM (dias) ⁽³⁾		Altura (cm)		Acm (%) ⁽⁴⁾	
	1ª EP ⁽⁵⁾	2ª EP ⁽⁶⁾	1ª EP	2ª EP	1ª EP	2ª EP	1ª EP	2ª EP	1ª EP	2ª EP	1ª EP	2ª EP
BR 18-Terena	50	1	30	53	46	49	87	96	65	69	0	4
BRS 264	96	31	47	75	40	44	75	81	65	75	0	10
BRS 404	80	11	20	65	44	48	84	95	75	80	0	11
TBIO Sintonia	18	3	77	43	47	50	90	99	60	74	0	0
TBIO Sossego	12	1	40	60	50	54	96	107	75	76	0	0
GD 150530	78	25	51	67	48	48	91	95	65	74	0	0
GD 150532	28	1	23	58	44	47	87	93	70	73	0	11
GD 150533	14	4	33	60	45	47	87	93	60	73	0	4
GD 150565	14	0	35	59	48	47	91	93	70	75	0	4
PF 100368	40	25	50	79	39	45	77	92	70	76	12	10
PF 120337	92	16	36	73	44	48	87	95	70	83	0	2
PF 150021	30	5	12	49	51	52	96	103	65	80	0	0
PF 150022	38	24	42	64	42	49	88	96	60	71	6	3
PF 150023	74	22	30	67	44	48	88	95	65	76	0	0
PF 150036	20	1	30	55	51	53	96	105	70	74	0	5
PF 120054	26	15	30	77	47	48	89	95	70	76	0	8
PF 120055	28	7	28	48	46	49	89	97	70	73	3	6

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Genótipo	Brusone (%)		QF (%) ⁽¹⁾		CE (dias) ⁽²⁾		CM (dias) ⁽³⁾		Altura (cm)		Acm (%) ⁽⁴⁾	
	1ª EP ⁽⁵⁾	2ª EP ⁽⁶⁾	1ª EP	2ª EP	1ª EP	2ª EP	1ª EP	2ª EP	1ª EP	2ª EP	1ª EP	2ª EP
PF 120063	42	19	21	69	45	48	88	95	75	84	7	13
PF 150706	12	1	27	70	49	52	93	100	70	79	0	24
PF 150736	15	2	32	37	48	52	95	103	80	81	0	14
PF 150738	10	1	17	63	48	52	95	103	85	84	0	28
PF 150739	13	1	25	59	51	54	98	107	80	83	30	31
PF 150740	20	8	50	74	44	48	86	95	80	80	7	12
PF 150743	8	3	52	74	42	47	85	94	80	85	20	32
PF 160267	32	12	30	80	40	40	75	80	70	88	0	13
PF 161170	17	0	35	69	49	50	93	99	80	80	2	16
PF 161173	14	0	30	70	47	50	91	99	75	89	2	15
PF 161194	25	2	9	45	48	47	91	95	75	81	0	0
PF 161198	30	2	27	66	45	48	89	95	80	78	15	7
PF 190005	10	1	40	51	46	50	89	99	70	74	0	5
UB 1610101	24	4	48	50	48	50	91	98	80	86	0	3
UB 1610104	16	1	48	40	50	53	96	103	80	84	0	8
UB 1610106	8	1	45	58	44	50	87	96	80	84	3	11
UB 1610611	23	9	57	78	49	49	93	96	85	84	0	30
UB 1610612	27	8	47	72	49	49	93	96	70	85	0	7
Média	31,0	7,6	35,8	62,0	46,2	49,0	89,3	96,7	72,6	78,9	3,1	9,9

⁽¹⁾Queima de folha. ^(2 e 3)Ciclo ao espigamento e à maturação. ⁽⁴⁾Acamamento. ^(5 e 6)Primeira e segunda época.

Em trabalho realizado em Patos de Minas-MG, Coelho et al. (2016) relataram que temperaturas mínimas abaixo de 14 °C e umidade relativa menor que 60% contribuíram para reduzir a incidência de brusone nas espigas do trigo. Neste sentido, pela observação dos dados horários (dados não apresentados) das temperaturas mínimas, umidade relativa do ar e ocorrência de chuvas da estação meteorológica automática localizada a cerca de 500 m dos ensaios, pôde-se ver claramente seu efeito sobre a ocorrência da brusone. Isto porque, na primeira época de semeadura, a incidência de brusone continuou aumentando até que as temperaturas mínimas diminuíram para menos de 15 °C, momento em que o progresso da incidência nas espigas cessou, mesmo com umidade relativa do ar $\geq 90\%$ por, pelo menos, 10 horas (o que provocaria a formação de orvalho nas espigas nesse período). Já na segunda época, condições favoráveis (temperatura maior que 15 °C e UR $\geq 90\%$ por 10 horas) ocorreram apenas no dia 30/05, quando a temperatura mínima foi de 15,2 °C e a UR esteve $\geq 90\%$ por 12 horas, data em que havia genótipos espigando ou no início do desenvolvimento dos grãos, resultando assim, em incidência de brusone bem menor do que na primeira época de semeadura.

A época de semeadura como tecnologia para escape da brusone em trigo depende do ciclo e da tolerância à seca dos genótipos, pois, aqueles de ciclo precoce a médio, com boas características agrônômicas, mesmo que não tenham tolerância à brusone, poderão ser utilizados para os plantios mais ao final do período de semeadura indicado, diminuindo, consideravelmente, o risco de ocorrência de brusone. Porém, obrigatoriamente, estes genótipos deverão ter maior tolerância à seca.

A época de semeadura tem efeitos importantes em todas as características das plantas. Também na Tabela 1 encontram-se os seus efeitos na incidência das principais doenças, no ciclo, na altura e no acamamento dos diferentes genótipos. No que se refere às doenças, em função das melhores condições de umidade e temperaturas mais elevadas, houve favorecimento à brusone na espiga na primeira época, embora tenham sido feitas duas aplicações de fungicidas para o seu controle. O efeito da época também foi perceptível no que se refere ao alongamento do ciclo dos genótipos na semeadura de 03/04, ocasionado pela redução normal e progressiva das temperaturas durante os meses de abril, maio e junho. Houve também, na segunda época, um leve aumento na altura das plantas, o que provocou, em maior escala, a ocorrên-

cia de acamamento. A maior queima das folhas verificada nesta época de semeadura deveu-se em menor grau às doenças de folha (principalmente a mancha amarela), mas, predominantemente, devido à senescência precoce causada pela maior restrição hídrica. O estresse térmico para Yang et al. (2002) é outro fator importante, iniciando a senescência, caracterizada pela clorose das folhas, e isto, segundo *Khanna-Chopra e Viswanathan (1999)* acelera a fase de desenvolvimento, causando aumento na taxa respiratória, redução na fotossíntese e consequente inibição da síntese do amido, durante o desenvolvimento do grão.

O rendimento de grãos dos 35 genótipos avaliados variou de 544 (BRS 264) a 2.847 kg ha⁻¹ (UB 1610106) na época de semeadura de 12/03 e de 1.576 (PF 150023) a 3.497 kg ha⁻¹ (BR 18-Terena) na semeadura de 03/04 (Tabela 2). Os rendimentos foram, em média, 36% mais baixos na semeadura de 12/03 em relação à de 03/04, devido aos efeitos da brusone, os quais só não foram maiores por causa das duas aplicações de fungicida, visto que o ano de 2019 foi muito favorável à ocorrência da doença. As perdas por brusone variaram de 10 a 64% na semeadura de 12/03, onde, nos dois grupos de maiores rendimentos, elas variaram de 10 a 35%. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Coelho et al. (2016), onde, na semeadura mais cedo houve aumento da incidência da doença, aumento das perdas e redução do rendimento de grãos, com fortes correlações entre ID e perdas (0,89), e entre perdas e rendimento (-0,93).

Na semeadura de 12 de março destacaram-se dois grupos de genótipos com maiores rendimentos, correspondendo àqueles com boa tolerância à brusone e/ou de ciclos mais tardios. Os genótipos desses dois grupos podem ser posicionados para semeaduras no segundo decêndio de março, utilizando-se de, pelo menos, duas aplicações de fungicidas, sendo a primeira a partir do início do espigamento e a outra, no máximo, dez dias após, se forem observadas condições favoráveis à ocorrência de brusone, conforme realizado no presente trabalho. Genótipos semelhantes às cultivares BRS 264, BRS 404 e TBIO Sintonia, em função da suscetibilidade à brusone na espiga, como é o caso das duas primeiras e da suscetibilidade na folha, como no caso de TBIO Sintonia, só poderão ser plantados no final de março/início de abril. Esses resultados estão de acordo com as afirmações de Coelho et al. (2019) de que semeaduras realizadas na primeira quinzena de março propiciam alta incidência e severidade de brusone.

Tabela 2. Rendimento de grãos, peso do hectolitro e peso de mil grãos e perda por brusone de genótipos de trigo, em duas épocas de de semeadura (12/03 e 03/04), Uberaba-MG, 2019.

Genótipo	RG (kg ha ⁻¹)		Perda por brusone (EP1)		Peso do hectolitro (kg hL ⁻¹)		Peso de mil grãos (g)	
	RL (EP1)	RB (EP2)	(kg ha ⁻¹)	(%)	EP1	EP2	EP1	EP2
BR 18-Terena	2.220 b	3.497 a	585	23	78,4 a	81,0 a	35,8 a	38,2 a
BRS 264	544 d	2.516 c	952	64	76,2 a	76,6 c	29,6 b	33,1 b
BRS 404	1.279 c	3.360 a	914	42	79,4 a	81,6 a	31,0 b	35,8 b
TBIO Sintonia	835 d	2.488 c	1.059	56	75,6 a	77,6 c	26,7 b	33,4 b
TBIO Sossego	1.952 b	2.290 c	959	33	75,8 a	75,6 c	29,3 b	33,4 b
GD 150530	601 d	1.760 d	857	59	75,6 a	79,0 b	29,7 b	33,8 b
GD 150532	1.250 c	2.517 c	1.039	45	78,4 a	80,8 a	29,1 b	36,6 a
GD 150533	1.219 c	2.521 c	977	44	78,2 a	80,2 a	29,7 b	32,6 b
GD 150565	2.376 b	2.998 a	506	18	78,8 a	81,3 a	38,4 a	39,8 a
PF 100368	2.034 b	3.032 a	434	18	79,2 a	80,5 a	38,0 a	38,1 a
PF 120337	922 d	2.692 b	1.029	53	75,7 a	77,2 c	35,8 a	37,9 a
PF 120054	1.651 b	2.638 b	791	32	77,0 a	78,9 b	34,7 a	38,3 a
PF 120055	2.158 b	2.565 c	686	24	79,3 a	81,4 a	36,4 a	39,6 a
PF 120063	1.131 c	2.567 c	837	43	78,2 a	81,6 a	34,2 a	36,7 a
PF 150021	1.117 c	2.718 b	949	50	77,8 a	79,9 a	31,7 b	34,4 b
PF 150022	689 d	1.823 d	1.306	65	77,6 a	79,1 b	30,5 b	33,7 b
PF 150023	575 d	1.576 d	1.061	65	75,6 a	78,4 b	34,8 a	36,0 b
PF 150036	1.287 c	2.930 a	1.060	45	74,7 a	78,2 b	34,8 a	36,8 a

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Genótipo	RG (kg ha ⁻¹)		Perda por brusone (EP1)		Peso do hecolitro (kg hL ⁻¹)		Peso de mil grãos (g)	
	RL (EP1)	RB (EP2)	(kg ha ⁻¹)	(%)	EP1	EP2	EP1	EP2
PF 150706	1.485 c	2.685 b	967	39	78,2 a	80,0 a	28,3 b	35,0 b
PF 150736	1.996 b	2.653 b	1.029	34	77,4 a	79,2 b	32,7 b	35,3 b
PF 150738	2.156 b	2.437 c	769	26	76,3 a	78,4 b	33,1 b	35,2 b
PF 150739	2.064 b	2.383 c	892	30	77,8 a	78,0 b	31,0 b	36,2 b
PF 150740	2.351 b	2.706 b	393	14	80,2 a	81,3 a	31,2 b	36,2 b
PF 150743	2.400 b	2.981 a	271	10	80,0 a	81,3 a	38,3 a	38,2 a
PF 160267	1.975 b	2.422 c	799	29	79,6 a	79,3 b	33,8 a	37,1 a
PF 161170	1.900 b	2.699 b	1.008	35	78,8 a	78,5 b	32,2 b	35,5 b
PF 161173	2.137 b	2.352 c	800	27	76,9 a	79,2 b	31,9 b	35,7 b
PF 161194	885 d	2.429 c	1.187	57	75,8 a	78,2 b	29,7 b	33,6 b
PF 161198	2.197 b	2.676 b	912	34	81,0 a	82,3 a	31,9 b	35,6 b
PF 190005	2.493 b	2.985 a	613	21	80,2 a	81,0 a	38,3 a	39,9 a
UB 1610101	2.355 b	3.098 a	454	16	79,8 a	81,0 a	34,4 a	39,0 a
UB 1610104	2.760 a	2.964 a	326	11	79,6 a	78,9 b	36,4 a	38,0 a
UB 1610106	2.847 a	3.102 a	456	14	80,2 a	80,6 a	36,8 a	39,4 a
UB 1610611	1.228 c	2.538 c	1.047	46	78,3 a	80,2 a	32,8 b	37,5 a
UB 1610612	1.371 c	2.039 d	988	42	78,2 a	79,4 b	33,3 a	38,5 a
Média	1.669,7	2.618,2	826	36,1	77,4	79,6	32,8	36,4
CV (%)	18,9	13,4			8,6	1,4	10,8	9,0

RL = rendimento líquido. RB = rendimento bruto. RG = rendimento de grãos. EP1 = 12/03. EP2 = 03/04. *Médias seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Na avaliação dos rendimentos da semeadura de 03 de abril destacou-se um grupo de genótipos com maiores rendimentos, entre 2.964 (UB 1610104) a 3.497 kg ha^{-1} (BR 18-Terena), onde se inserem as cultivares BR 18 (3.497 kg ha^{-1}) e BRS 404 (3.360 kg ha^{-1}) (Tabela 2). Os genótipos desse grupo destacaram-se, seguramente, por possuírem maior tolerância à restrição hídrica ou maior eficiência de uso da água, o que se traduz em maior tolerância à seca, levando seu posicionamento para semeadura no final de março/início de abril, principalmente no caso da cultivar BRS 404, pela sua maior suscetibilidade à brusone, comparada à BR 18-Terena. A maior tolerância à seca ficou bem clara quando se compara o rendimento das cultivares TBIO Sintonia (2.488 kg ha^{-1}) e TBIO Sossego (2.290 kg ha^{-1}), desenvolvidas para o Sul do Brasil, com as cultivares de trigo tropical BR 18-Terena (3.497 kg ha^{-1}) e BRS 404 (3.360 kg ha^{-1}), pois aquelas produziram cerca de 1.000 kg ha^{-1} a menos na segunda época de semeadura.

Os grupos de genótipos de maiores rendimentos, nas duas épocas de semeadura, demonstram a importância da época, pois alguns genótipos mais suscetíveis à brusone não tiveram bom desempenho na semeadura de 12/03, mas, foram contemplados dentre aqueles mais produtivos da segunda época (03/04), como é o caso da cultivar BRS 404 (segunda mais produtiva, com 3.360 kg ha^{-1}) e da linhagem PF 150036 (Tabela 2). Por outro lado, nos dois grupos mais produtivos da primeira época (com rendimentos entre 1.651 e 2.847 kg ha^{-1}), menos prejudicados pela brusone, abrangendo 19 genótipos, oito deles (BR 18-Terena, GD 150565, PF 100368, PF 150743, PF 190005, UB 1610101, UB 1610104 e UB 1610106) também ficaram no grupo dos mais produtivos na segunda época, demonstrando que também são mais tolerantes à restrição hídrica. No grupo mais produtivo da segunda época e também mais tolerante à seca, estão 10 genótipos (BR 18, BRS 404, GD 150565, PF 100368, PF 150036, PF 150743, PF 190005, UB 1610101, UB 1610104 e UB 1610106), com rendimentos de 2.930 a 3.497 kg ha^{-1} . Chama atenção o ponto de corte deste grupo (2.930 kg ha^{-1}), o qual demonstra a elevada capacidade produtiva destes genótipos e maior eficiência de uso da água disponível no solo para o enchimento de grãos, visto que choveu apenas 2,5 mm após o espigamento dos primeiros genótipos na semeadura de 03/04. Porém, como choveu 208,2 mm até o início do espigamento da segunda época (19/05), sendo 170,1 mm concentrados até 16/04 (uma semana após a emergência), isso demonstra a importância da ocorrência de chuvas após a semeadura

para o bom estabelecimento inicial das plantas. Além disso, também fica demonstrada a importância da reserva de água do solo (como resultado de chuvas nos meses anteriores ou no início do ciclo do trigo), a qual é maior em solos argilosos, como o da área dos ensaios (50% de argila), para suprir a demanda de água das plantas durante todo o ciclo. Por isso, são comuns no cerrado produtividades superiores a 2.400 kg ha⁻¹ com menos de 100 mm de chuva durante o ciclo do trigo, desde que estas chuvas não sejam favoráveis à brusone.

Os valores dos pesos do hectolitro (PH) e de mil grãos (PMG) deixam evidentes os maiores efeitos negativos da brusone, quando comparados aos da restrição hídrica, principalmente ao se comparar os valores dos grupos mais produtivos da primeira época (PH médio de 78,7 kg hL⁻¹ e PMG médio de 34,4 g) e da segunda época (PH médio de 80,5 kg hL⁻¹ e PMG médio de 38,5 (Tabela 1). Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Coelho et al. (2016), em trabalho realizado em Patos de Minas, quando genótipos de trigo semeados em 04/03 tiveram os valores dos índices da brusone (ID) aumentados, ao passo que seus pesos de mil grãos (PMG) e seus rendimentos foram menores do que na semeadura de 17/05, com fortes correlações entre ID e perdas (0,89), entre perdas e PMG (-0,85) e entre perdas e rendimento (-0,93).

A época de semeadura como tecnologia para escape da brusone em trigo depende do ciclo e da tolerância à seca dos genótipos, pois, aqueles de ciclo precoce a médio, com boas características agrônômicas, mesmo que não tenham tolerância à brusone, poderão ser utilizados para os plantios mais ao final do período de semeadura indicado, diminuindo, consideravelmente, o risco de ocorrência de brusone. Porém, obrigatoriamente, estes genótipos deverão ter maior tolerância à seca.

A associação do conjunto de tecnologias ligadas ao manejo do ambiente àquelas relacionadas às características das plantas é indispensável ao processo de exploração agrícola. No caso do trigo, as práticas conservacionistas e o uso dos atributos genéticos da espécie têm possibilitado a obtenção de cultivares com boa adaptação ao ambiente tropical. Nas Tabelas 1 e 2 é possível observar a eficiência da época de semeadura como ferramenta no controle da brusone e na identificação de genótipos capazes de expressar bom desempenho com pouca disponibilidade de água, evidenciando a grande diversidade de comportamento dos diferentes genótipos no que se refere

à incidência de brusone (seja pelo escape ou pela resistência genética), assim como em relação à restrição hídrica.

Em função da maior incidência de brusone na primeira época de semeadura (12/03) destacaram-se os genótipos com boa tolerância à brusone e aqueles com ciclo mais longo, indicando que os mesmos poderão ser utilizados mais no início do período de semeadura indicado. Por outro lado, genótipos mais precoces, semeados na primeira época, espigaram em condições de ambiente mais favoráveis à brusone, devendo, portanto, juntamente com os mais suscetíveis, como as cultivares BRS 264 e BRS 404, ser utilizados para semeaduras mais ao final do período indicado. Outra discussão importante deve ser feita no que se refere à brusone na folha e na espiga, que fica por conta das cultivares BRS 404 e TBIO Sintonia, pois ambas não devem ser plantadas no início da época indicada por suas suscetibilidades à brusone na espiga e na folha, respectivamente.

Desta forma, pelos resultados obtidos no presente trabalho e pelas observações em outros anos, tem-se observado que os danos causados pela seca/restrrição hídrica tendem a ser sempre menores que os causados pela brusone na espiga, sugerindo-se que compensa retardar a época de semeadura para final de março/início de abril na região de Uberaba, especialmente para as cultivares mais suscetíveis a brusone. Porém, alerta-se para que a semeadura seja feita somente com o solo tendo umidade suficiente para proporcionar a emergência das plantas e, de preferência, com previsão de ocorrência de chuvas na semana seguinte à semeadura.

Conclusões

1 – O adiamento da época de semeadura de 12/03 para 03/04 foi muito eficiente para reduzir a incidência de brusone nas espigas e também permitiu identificar genótipos mais tolerantes ao déficit hídrico.

2 – Os genótipos BR 18, GD 150565, PF 100368, PF 120054, PF 120055, PF 150736, PF 150738, PF 150739, PF 150740, PF 150743, PF 160267, PF 161170, PF 161173, PF 161198, PF 190005, UB 1610101, UB 1610104, UB 1610106 e TBIO Sossego se destacaram pelo maior rendimento de grãos na presença de brusone.

3 – Os genótipos BR 18-Terena, BRS 404, GD 150565, PF 100368, PF 150036, PF 150743, PF 190005, UB 1610101, UB 1610104 e UB 1610106 destacaram-se pela maior tolerância à restrição hídrica.

4 – Os genótipos BR 18-Terena, GD 150565, PF 100368, PF 150743, PF 190005, UB 1610101, UB 1610104 e UB 1610106 destacaram-se tanto pela tolerância à brusone, quanto pela restrição hídrica.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Sra. Josiani Bergamasco, da Fazenda Nossa Senhora da Abadia, de Uberaba-MG, pela disponibilização de infraestrutura para realização dos ensaios (cessão da área e de espaço no galpão para guardar maquinário), assim como pelo repasse dos dados climáticos.

Referências

ALBRECHT, J. C.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q.; SÓ e SILVA, M. Cultivares de trigo para o cerrado. In: FALEIRO, F. G.; SOUSA, E. dos S. de. **Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. p. 61-68. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2010/28569/1/faleiro-02.pdf>. Acesso em: 8 set. 2021.

COELHO, M. A. de O. Estratégias de convivência. **Revista Cultivar** – grandes culturas, n.190, p. 12-13, 2015.

COELHO, M. A. de O.; FRONZA, V.; SOARES SOBRINHO, J.; PEREIRA, P. R. V. da S.; MARSARO JÚNIOR, A. L.; LAU, D. Trigo (*Triticum aestivum* L.). In: **PAULA JÚNIOR, T. J. de; VENZON, M. (ed.). 101 culturas: manual de tecnologias agrícolas**. 2.ed.. Belo Horizonte: EPAMIG, 2019, p 881-889.

COELHO, M. A. de O.; TORRES, G. A. M.; CECON, P. R.; SANTANA, F. M. Sowing dates reduces the incidence of wheat blast disease. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 631-637, 2016. DOI 10.1590/S0100-204X2016000500025.

DENADAI, I. A. M.; KLAR, A. E. Resistência à seca em quatro cultivares de trigo: parâmetros fisiológicos. **Scientia Agrícola**, v. 52, n. 2, p. 274-281, 1995. DOI 10.1590/S0103-90161995000200012.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n. 6, p. 1039-1042, Dec. 2011. DOI /10.1590/S1413-70542011000600001.

FUMIS, T. de F.; PEDRAS, J. F. Variação nos níveis de prolina, diamina e poliaminas em cultivares de trigo submetidas a déficits hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n. 4, p.449-453, abril 2002. DOI 10.1590/S0100-204X2002000400004.

GIROTTI, L.; ALVES, J. D.; DEUNER, S.; ALBUQUERQUE, A. C. S.; TOMAZONI, A. P. Tolerância à seca de genótipos de trigo utilizando agentes indutores de estresse no

processo de seleção. **Revista Ceres**, v. 59, n.2, p. 192-199, abril 2012. DOI 10.1590/S0034-737X2012000200007.

KHANNA-CHOPRA, R.; VISWANATHAN, C. Evolution of stress tolerance in irrigated environment of *T. estivum* and related species. I. Stability yield and yield components. **Euphytica**, v. 106, p. 169-180, 1999. DOI 10.1023/A:1003531722420.

KÖPPEN, W. **Climatología**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478 p.

McMASTER, G. S. Phenology, development, and growth of the wheat (*Triticum aestivum* L.) shoot apex: a review. **Advances in Agronomy**, v. 59, p. 63-118, 1997.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. P. V. de; BURITY, H. A. ; BEZERRA NETO, E. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas da aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 1, p.75-87, 2001. DOI 10.1590/S0103-31312001000100009.

PASINATO, A. **Potencialidades e limitações para a expansão do cultivo de trigo sequeiro no bioma cerrado do Brasil Central**. 2017. 126 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção Vegetal) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 12., 2018, Passo Fundo, RS. **Informações técnicas para trigo e triticale** – safra 2019. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 240p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/196239/1/ID44570-2018InfTecTrigoTriticale2019.pdf>. Acesso em: 8 set. 2021.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n.3, p. 507-512, sept. 1974. DOI 10.2307/2529204.

SOUZA, M. A. de; RAMALHO, M. A. P. Controle genético e tolerância ao estresse de calor em populações híbridas e em cultivares de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 10 p. 1245-1253, out. 2001. DOI 10.1590/S0100-204X2001001000005.

SOUZA, M. A. de. **Controle genético e resposta ao estresse de calor de cultivares de trigo**. 1999. 152p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

YANG, J.; SEARS, R. G.; GILL, B. S.; PAULSEN, G. M. Growth and senescence characteristics associated with tolerance of wheat-alien amphiploids to high temperature under controlled conditions. **Euphytica**, v. 126, p. 185-193, 2002. DOI 10.1023/A:1016365728633.

ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, v. 14, n. 6, p. 415-421, 1974. DOI 10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x.

