

Londrina, PR / Abril, 2024

## Cultivar de trigo BRS Macuco: características e desempenho agrônômico

Manoel Carlos Bassoi<sup>(1)</sup>, José Salvador Simonetto Foloni<sup>(2)</sup>, Martha Zavariz de Miranda<sup>(3)</sup>

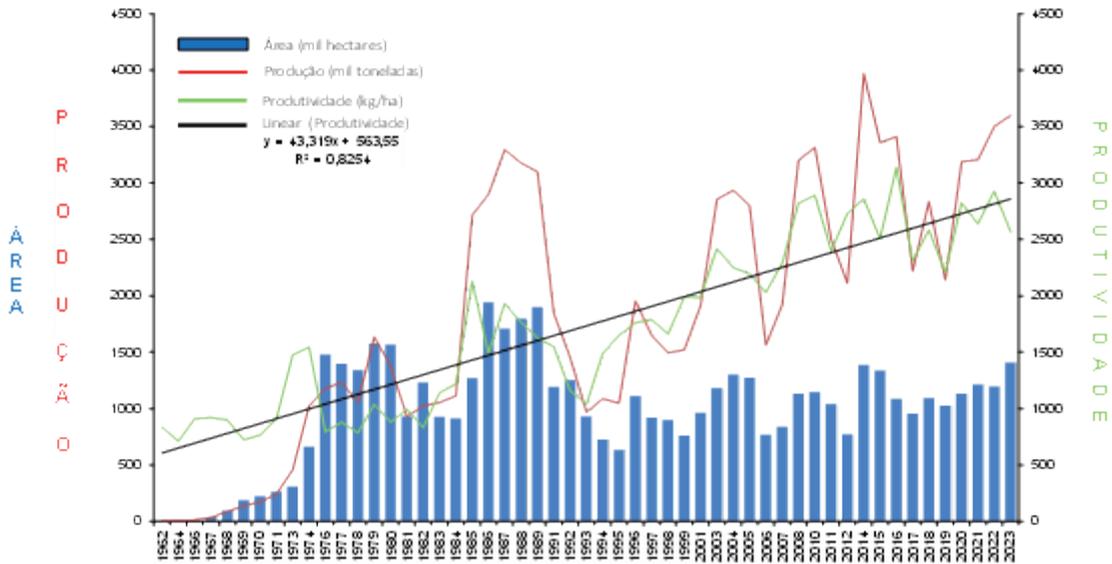
<sup>(1)</sup>Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Cereal Sciences, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR; <sup>(2)</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR; <sup>(3)</sup>Farmacêutica-bioquímica, doutora em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

### Introdução

A triticultura paranaense tem evoluído expressivamente nos últimos cinquenta anos, tanto na expansão de área, principalmente no período compreendido entre 1970 e 1990 (Conab, 2024), quanto no aporte tecnológico. Nesse período houve um forte subsídio, em toda a cadeia do trigo, desde o produtor até o consumidor, passando pela indústria moageira. Todo o trigo produzido no país era adquirido pela CTRIN (Comissão do Trigo Nacional), gerenciada pelo Banco do Brasil, que destinava o trigo ao setor moageiro, por meio de cotas. Essa política alavancou a produção de trigo no país. Esse ganho pode ser visualizado nos dados apresentados na Figura 1. Verifica-se que o pico da área semeada foi atingido em 1986, aproximadamente 1,94 milhão de hectares, no Paraná, com produção de 2,90 milhões de toneladas e produtividade média de 1.490 kg/ha. Por outro lado, a partir de 1991, quando houve a descontinuidade de subsídios do Estado ao trigo nacional, houve uma acentuada diminuição da área semeada, mantendo-se estável até os dias de hoje, com alguns altos e baixos no período. No entanto, com o avanço de novas tecnologias, principalmente práticas culturais mais adequadas, uso adequado de fertilizantes, controle químico de pragas e cultivares mais adaptadas e com alta estabilidade, a produtividade só fez crescer, atingindo médias da ordem de 2.700 kg/ha nos últimos anos, alcançando seu pico na safra de 2016, com 3.140 kg/ha. Mesmo com a redução de área de 1,94 milhão de hectares, em 1986, para 1,196 milhão

(redução de 750 mil hectares, aproximadamente), em 2022, a produção chegou a superar em mais de 600 mil toneladas, a de 1986, com produtividade média de 2.928 kg/ha. Na safra 2023, houve uma expansão de área de aproximadamente 200 mil hectares, em relação à safra 2022. No entanto, devido à forte incidência de doenças fúngicas, principalmente brusone, e altas precipitações pluviométricas na colheita, a produção permaneceu estável e a produtividade baixou em 400 kg/ha. Na Figura 1, alguns anos foram eliminados em razão da ocorrência de geadas e fortes estiagens.

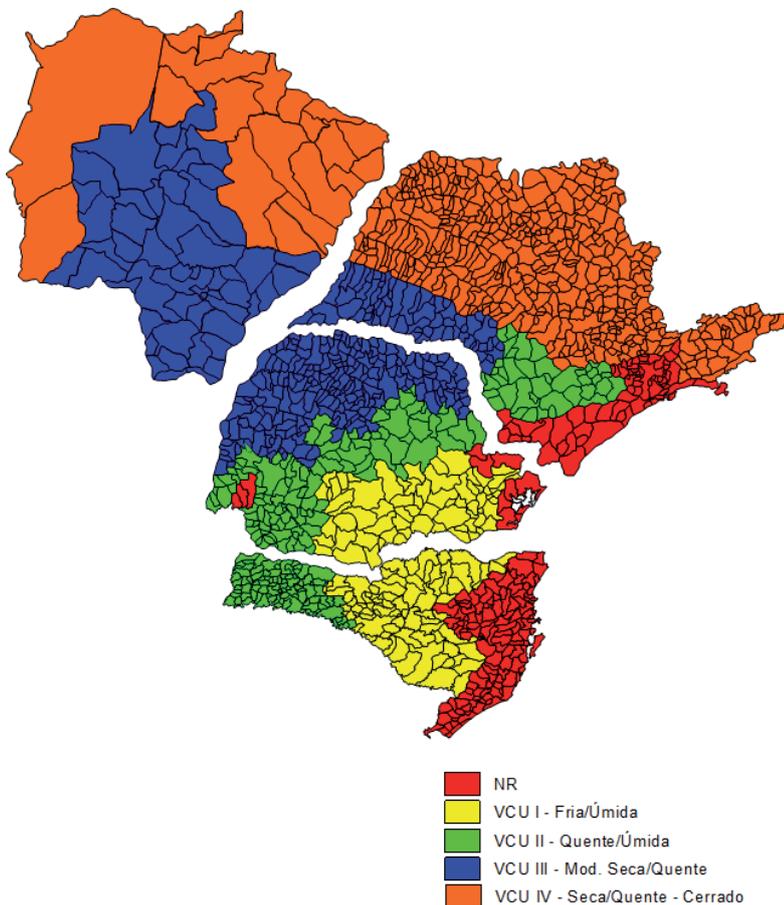
Um dos fatores que contribuiu para o aumento da produtividade foi o desenvolvimento de cultivares de maior potencial de rendimento, tolerantes ao alumínio tóxico do solo, mais resistentes às doenças fúngicas, bacterianas e viróticas. Também, contribuiu para a manutenção da área semeada, o desenvolvimento de cultivares com aptidão tecnológica bem definida, uma exigência da indústria moageira e de alimentos, como pães, massas, biscoitos e de outros derivados da farinha. No entanto, em função da ocorrência, na maioria dos anos, de condições de alta umidade e temperaturas relativamente elevadas, a incidência de doenças de espiga, tais como giberela e brusone, tem sido frequente, trazendo prejuízos consideráveis aos tricultores, haja vista a pouca resistência a essas duas enfermidades, das cultivares em uso pelos agricultores. Outro fator que tem causado elevados prejuízos aos agricultores e à indústria é a baixa resistência à germinação pré-colheita (GPC) da maioria das cultivares indicadas.



**Figura 1.** Área total cultivada, produção e produtividade média de grãos de trigo entre os anos de 1962 a 2023, no Paraná. Fonte: Adaptado de Conab (2024).

Diante do exposto, a Embrapa Soja, em parceria com a Embrapa Trigo, vem conduzindo, em Londrina, PR, um programa de desenvolvimento de novas cultivares de trigo, visando indicação para o Paraná e os estados limítrofes. O objetivo principal do programa de melhoramento de trigo da Embrapa é a obtenção de novas cultivares que apresentem elevada produtividade, resistência às

principais doenças foliares e de espiga, tolerância ao alumínio do solo, resistência à germinação pré-colheita, estabilidade de rendimento de grãos, ampla adaptação e aptidão tecnológica que atenda à demanda da indústria moageira. Para isso, a Embrapa está indicando, para cultivo, nas Regiões Tritícolas 1, 2 e 3 do Paraná, 1 e 2 de Santa Catarina e 2 de São Paulo (Figura 2), a cultivar BRS Macuco.



**Figura 2.** Regiões tritícolas dos estados de Santa Catarina, do Paraná, de Mato Grosso do Sul e de São Paulo (Brasil, 2001).

## BRS Macuco

### Desenvolvimento da cultivar

A cultivar BRS Macuco é proveniente do cruzamento entre a linhagem WT 07029 e a cultivar BRS Gralha-Azul, realizado pela Embrapa Soja, em 2010. De 2010 a 2013, as populações segregantes foram conduzidas em Londrina, possibilitando a seleção de progênies em condições quentes e secas. Em 2014, 2015 e 2017, as populações foram conduzidas em Ponta Grossa, em condições frias e chuvosas. Em 2016, na população F6, semeada em Londrina, foi efetuada seleção de plantas individuais, as quais foram semeadas, individualmente, em 2017, geração F7, em Ponta Grossa. Uma das progênies selecionada e já com as características fenotípicas fixadas, foi batizada como linha fixa e colocada em coleções de observação, em 2018, em Londrina (PR), Cascavel (PR) e Ponta Grossa (PR). A linhagem em questão, apresentou elevadas produtividades e boas características agrônomicas. Em 2019 e 2020, a linhagem, já batizada com a sigla WT 19136, foi colocada em ensaios preliminares de 1º e 2º anos, nas três localidades citadas. Confirmando o seu desempenho nos ensaios preliminares, a linhagem foi promovida para os ensaios da rede de VCU (valor de cultivo e uso) da parceria Embrapa, IDR-Paraná e Fundação Meridional.

Para determinação do valor de cultivo e uso (VCU), a linhagem foi avaliada em três anos, de 2021 a 2023, conduzidos nas regiões tritícolas do Paraná, de Santa Catarina e de São Paulo (Figura 2). Pelo seu excelente desempenho agrônomico, foi indicada para semeadura (pré-lançamento), em 2024, em todas as regiões tritícolas dos estados mencionados e recebeu a denominação de BRS Macuco.

### Características morfológicas

Nos testes de DHE (Distinguibilidade, Homogeneidade e Estabilidade) conduzidos em Londrina, em dois anos, para atender o disposto no Artigo 22 e seu parágrafo único da Lei 9.456 de 25 de abril de 1997 (Brasil, 1997), a cultivar BRS Macuco apresentou as seguintes características morfológicas: trigo de primavera com hábito vegetativo semiereto; a posição da folha bandeira é intermediária; as aurículas são incolores; o colmo tem o nó superior quadrado e o diâmetro fino; a espiga é fusiforme, aristada, longa e tem coloração

clara; a gluma tem o ombro reto e dente de tamanho longo; o grão é elíptico, de coloração vermelha clara e de textura dura.

### Características agrônomicas

#### 1. Ciclo, altura de planta e acamamento

A cultivar BRS Macuco é de ciclo médio, apresentando 62 dias, em média, da emergência ao espigamento e 100 dias, em média, da emergência à maturação fisiológica.

A altura da planta é, em média, de 95 cm, considerando as observações feitas em todos os ensaios de VCU conduzidos nas Regiões Tritícolas 1, 2 e 3 do Paraná, 1 e 2 de Santa Catarina e 2 de São Paulo, caracterizando uma cultivar de estatura média.

Quando comparada com as cultivares indicadas para semeadura, a BRS Macuco tem mostrado boa resistência ao acamamento, em todas as regiões tritícolas citadas.

#### 2. Reação a doenças

As observações efetuadas, a campo, nos ensaios preliminares e de VCU, permitem concluir que a cultivar apresenta, nas diferentes regiões em que foi testada, resistência ao oídio e à ferrugem da folha. Moderada resistência a manchas foliares e à giberela. De moderadamente resistente a resistente à brusone.

#### 3. Rendimento de grãos, adaptabilidade e estabilidade

Utilizando os dados obtidos da rede de ensaios de VCU das regiões tritícolas acima citadas, foram comparadas a estabilidade e a adaptabilidade de oito cultivares de trigo indicadas para uso comercial, dentre elas a cultivar BRS Macuco. O estudo foi efetuado com base na média geral de rendimento de grãos, obtida em vários locais e sua decomposição em ambientes favoráveis e desfavoráveis, utilizando o método proposto por Eberhart e Russel (1966). Vencovsky e BARRIGA (1992) consideram os desvios da regressão como a medida mais importante para avaliar a estabilidade. O coeficiente de regressão ( $\beta$ ) sendo um parâmetro indicador da adaptabilidade, juntamente com a média geral da cultivar.

O modelo de Eberhart e Russel (1966) é o usual da regressão linear, ou seja:

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i l_j + d_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

sendo:

- $Y_{ij}$ : média da cultivar  $i$  no local  $j$ ;  
 $\mu_i$ : média do caráter na cultivar  $i$  e em condições ambientais médias;  
 $\beta_i$ : coeficiente de regressão linear;  
 $l_j$ : índice ambiental;  
 $d_{ij}$ : desvios da regressão;  
 $\varepsilon_{ij}$ : erros experimentais contidos em  $Y_{ij}$ .

Foram utilizados dados de rendimento de grãos dos ensaios de VCU, nas Regiões Triticolas 1, 2 e 3 do Paraná, Regiões 1 e 2 de Santa Catarina e Região 2 de São Paulo, realizados nos anos de 2021, 2022 e 2023. Na Região 1 do Paraná e de Santa Catarina, foram conduzidos 12 ensaios. Na Região 2 do Paraná, de Santa Catarina e de São

Paulo, foram conduzidos 22 ensaios. Na Região 3 do Paraná, foram conduzidos 15 ensaios.

Para efeito de análise e discussão, cada ensaio foi considerado como sendo um ambiente, não sendo considerada a interação época de semeadura x local. Sendo assim, o estudo abrangeu 49 ambientes. Nas análises de variância conjuntas, para as três regiões estudadas, observaram-se diferenças significativas na interação genótipos x ambientes, indicando mudança no desempenho dos genótipos de trigo nos diversos ambientes avaliados (Tabela 1).

Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade das oito cultivares de trigo utilizadas no estudo, obtidos em 49 ensaios, conduzidos nas três regiões tritícolas dos estados do Paraná, de Santa Catarina e de São Paulo.

**Tabela 1.** Análises conjuntas de variância, para rendimento de grãos de 8 cultivares avaliadas nos ensaios de Rede de VCU (Valor de Cultivo e Uso), nas Regiões Triticolas 1, 2 e 3 do Paraná, 2 de São Paulo e 1 e 2 de Santa Catarina, nos anos de 2021, 2022 e 2023.

| Variável           | Três Regiões | Região 1   | Região 2     | Região 3   |
|--------------------|--------------|------------|--------------|------------|
| QMGA <sup>1</sup>  | 819.246 **   | 804.906 ** | 1.001.799 ** | 374.465 ** |
| CV (%)             | 8.33         | 8.33       | 9.81         | 8.33       |
| Média <sup>2</sup> | 4,218        | 4081       | 4,391        | 4,055      |

<sup>1</sup> Quadrado médio da interação genótipo x ambiente

<sup>2</sup> Média geral, em kg/ha

\*\* Significativo a 1% de probabilidade

**Tabela 2.** Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 8 cultivares de trigo, obtidos de 49 ensaios de valor de cultivo e uso (VCU), conduzidos nas Regiões tritícolas 1, 2 e 3 dos estados do Paraná, de Santa Catarina e de São Paulo, nos anos 2021 e 2022 e 2023.

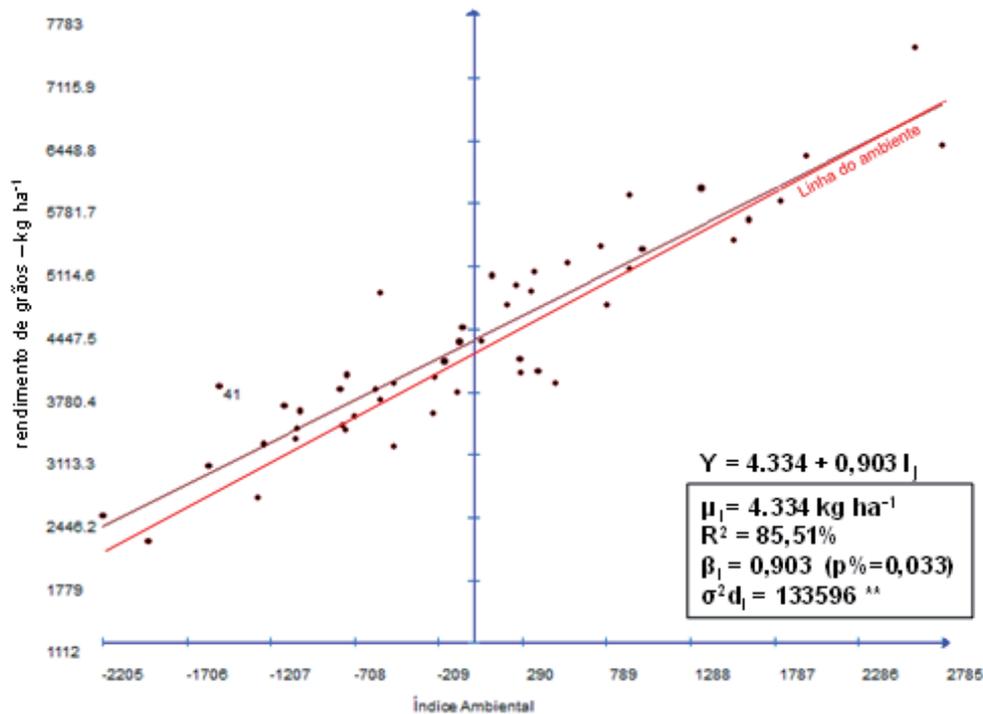
| Genótipo        |   | Média        | $\beta$ | $t(\beta=1)$ | Prob (%) | $\sigma^2 d_{ij}$ | Prob    | R <sup>2</sup> (%) |
|-----------------|---|--------------|---------|--------------|----------|-------------------|---------|--------------------|
| TBIO Sossego    | 8 | 4,520 a      | 0,875   | -4.749       | 0.008    | 134552            | 0.000** | 84.65              |
| BRS Macuco      | 4 | 4,334 a      | 0.903   | -3.699       | 0.033    | 133596            | 0.000** | 85.51              |
| TBIOAudaz       | 7 | 4,207 a      | 0.878   | -4.647       | 0.001    | 285037            | 0.000** | 74.93              |
| BRS Sanhaço     | 3 | 4,202 a      | 1.177   | 6.723        | 0.000    | 182925            | 0.000** | 88.66              |
| BRS Atobá       | 1 | 4,193 a      | 0.885   | -4.379       | 0.003    | 159632            | 0.000** | 83.15              |
| IPR Potiporã    | 6 | 4,144 a      | 1.143   | 5.416        | 0.000    | 249746            | 0.000** | 85.02              |
| BRS Jacana      | 5 | 4,124 a      | 1.101   | 3.842        | 0.020    | 210570            | 0.000** | 85.90              |
| BRS Gralha Azul | 2 | 4,023 a      | 1.039   | 1.493        | 13.169   | 119469            | 0.000** | 89.48              |
| <b>Média</b>    |   | <b>4.218</b> |         |              |          |                   |         |                    |

<sup>1</sup> Teste Tukey a 5%

Na Figura 3 são apresentados os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, mostrando o comportamento da BRS Macuco, em 49 ambientes das regiões tritícolas dos Estados do Paraná, de Santa Catarina e de São Paulo.

O rendimento de grãos foi de 4.334 kg/ha e valor de  $\beta = 0,903$ , não diferindo, estatisticamente,

de 1, pelo teste t. Esses dados mostram que é uma cultivar de boa adaptabilidade para as Regiões 1, 2 e 3 dos três estados citados. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) 85,51% da regressão linear indica que é uma cultivar de boa estabilidade, em que pese a significância dos desvios da regressão, considerando os 49 ambientes estudados.



**Figura 3.** Regressão linear do rendimento de grãos mostrando o comportamento da BRS Macuco em 49 ambientes das Regiões Tritícolas 1, 2 e 3 dos estados do Paraná, de Santa Catarina e de São Paulo, em 2021, 2022 e 2023.

#### 4. Germinação pré-colheita (GPC)

Para determinar o comportamento da cultivar BRS Macuco, em relação à germinação pré-colheita (GPC), foram avaliadas a dormência (GG) e a germinação na espiga (GE), considerando a porcentagem (%) de grãos germinados de espigas coletadas previamente a campo, em Cascavel, Campo Mourão, Londrina e Ponta Grossa, durante os anos de 2021, 2022 e 2023.

No caso da dormência, foram utilizadas sementes removidas de espigas colhidas no campo e divididas em quatro repetições de 50 sementes cada. As sementes foram imersas por 30 segundos em 600 mL de Priori Xtra (azoxystrobin + cyproconazol), numa concentração de 1,5 mL do fungicida, em 1.000 mL de água, colocadas em papel toalha e mantidas em local ventilado, por 24 horas. As sementes foram distribuídas, por repetição, em duas folhas de papel germitest e cobertas com duas folhas do mesmo papel, previamente umedecidos (quantidade de água

2,5 vezes o peso do papel seco) e colocados em câmara de germinação a 20°C, por três dias. Após esse período, as sementes foram analisadas com auxílio de microscópio estereoscópico, baseando-se no início do desenvolvimento do coleótilo (Basso, 2001).

No caso da germinação na espiga, o teste foi efetuado em um simulador de chuva (Figura 4), utilizando o método proposto por McMaster e Derera (1976) e ajustada para as condições ambientais das regiões tritícolas do Paraná por Gavazza et al. (2012). As espigas, previamente colhidas no campo após 10 dias do ponto de maturação fisiológica, de acordo com a descrição morfológica da escala de Feeks e Large (Large, 1954), foram divididas em quatro repetições de cinco espigas, totalizando 20 espigas por linhagem e/ou cultivar. As espigas, com uma parte do pedúnculo, foram colocadas em placas de isopor, a 50 cm do solo, em fileiras espaçadas de 10 cm. As espigas, dentro da fileira, foram espaçadas de 5 cm. Dentro de intervalos

regulares de 15 minutos, com paradas de 15 minutos, as plantas foram nebulizadas durante 60 horas a uma temperatura de 25 a 30°C. Após, as espigas foram transferidas para um local bem ventilado, até as sementes atingirem umidade de 13%, aproximadamente. As espigas foram trilhadas individualmente e as sementes analisadas com

o auxílio de microscópio estereoscópico, para verificação do nível de germinação, baseando-se no início do desenvolvimento do coleóptilo (Basso, 2001). Os resultados foram expressos como porcentagem média de todas as sementes germinadas, sob chuva simulada.



**Figura 4.** Simulador de chuva para avaliação da porcentagem (%) de grãos germinados em espigas colhidas previamente no campo, sendo embebidas com água durante 60 horas a temperatura entre 25°C e 30°C.

Os resultados obtidos (Tabela 3) permitem concluir que a BRS Macuco, considerando a germinação no grão isolado (dormência), em papel germitest, e a germinação na espiga, em simulador de chuva, apresenta moderada resistência à GPC, quando comparada com o comportamento dos padrões pré-estabelecidos, nos anos de observação,

além de outras cultivares indicadas para cultivo e de novas linhagens desenvolvidas pelo programa de melhoramento genético da Embrapa. Dependendo das condições meteorológicas, principalmente temperaturas e precipitações pluviométricas, antes e durante a colheita, ambas podem apresentar baixa dormência dos grãos.

**Tabela 3.** Resultados obtidos da dormência dos grãos (GG) e da germinação na espiga (GE) da cultivar BRS Macuco, em comparação com outras 23 cultivares/linhagens, de amostras de espigas coletadas em Cascavel, Campo Mourão, Londrina e Ponta Grossa, nos anos de 2021, 2022 e 2023.

| CULTIVAR                     | Warta 2022             |                        | P.Grossa 2022          |                        | Cascavel 2022          |                        | Warta 2023             |                        | P.Grossa 2023          |                        | Campo Mourão 2023      |                        | Índice <sup>3</sup> | GPC GR <sup>4</sup> |
|------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
|                              | GG <sup>1</sup><br>(%) | GE <sup>2</sup><br>(%) |                     |                     |
| BRS Anambé <sup>5</sup>      | 6                      | 2                      | 9                      | 2                      | 19                     | 3                      | 5                      | 1                      | 19                     | 4                      | 32                     | 9                      | 17                  | R                   |
| Frontana <sup>5</sup>        | 50                     | 39                     | 11                     | 4                      | 57                     | 9                      | 24                     | 4                      | 49                     | 34                     | 70                     | 31                     | 54                  | R                   |
| BRS Atobá <sup>6</sup>       | 69                     | 54                     | 28                     | 5                      | 40                     | 20                     | 18                     | 9                      | 47                     | 25                     | 64                     | 35                     | 57                  | MR                  |
| BRS Gralha-Azul <sup>6</sup> | 62                     | 7                      | 26                     | 5                      | 41                     | 5                      | 47                     | 12                     | 77                     | 36                     | 85                     | 61                     | 67                  | MR                  |
| BRS Coleiro <sup>7</sup>     | 88                     | 30                     | 23                     | 10                     | 64                     | 11                     | 43                     | 29                     | 90                     | 33                     | 90                     | 67                     | 81                  | MS                  |
| BRS Jacana <sup>7</sup>      | 88                     | 44                     | 18                     | 10                     | 58                     | 32                     | 34                     | 43                     | 80                     | 63                     | 73                     | 50                     | 79                  | MS                  |
| WT 20099 <sup>8</sup>        | 94                     | 75                     | 87                     | 25                     | 86                     | 31                     | 95                     | 61                     | 91                     | 83                     | 92                     | 90                     | 121                 | S                   |
| PF 140480 <sup>8</sup>       | 98                     | 86                     | 84                     | 4                      | 82                     | 54                     | 90                     | 50                     | 92                     | 82                     | 95                     | 79                     | 120                 | S                   |
| <b>BRS Macuco</b>            | <b>92</b>              | <b>48</b>              | <b>6</b>               | <b>2</b>               | <b>70</b>              | <b>7</b>               | <b>37</b>              | <b>17</b>              | <b>91</b>              | <b>37</b>              | <b>61</b>              | <b>23</b>              | <b>71</b>           | MR                  |
| BRS Tambaqui (Tcl)           | 3                      | 0                      | 19                     | 1                      | 38                     | 2                      | 5                      | 5                      | 23                     | 1                      | 21                     | 3                      | 19                  | R                   |
| Quarzo                       | 49                     | 12                     | 12                     | 3                      | 46                     | 2                      | 17                     | 2                      | 69                     | 16                     | 56                     | 28                     | 47                  | R                   |
| BRS Nambu                    | 64                     | 6                      | 10                     | 2                      | 41                     | 13                     | 25                     | 11                     | 56                     | 20                     | 72                     | 31                     | 52                  | R                   |
| BRS Sabia                    | 95                     | 61                     | 24                     | 8                      | 72                     | 17                     | 92                     | 67                     | 87                     | 50                     | 99                     | 46                     | 99                  | S                   |
| PF 140481                    | 100                    | 98                     | 73                     | 3                      | 91                     | 35                     | 86                     | 26                     | 92                     | 61                     | 97                     | 84                     | 115                 | S                   |
| BRS Sanhaço                  | 98                     | 65                     | 80                     | 28                     | 73                     | 29                     | 87                     | 27                     | 83                     | 45                     | 97                     | 88                     | 110                 | S                   |
| ORS 1401                     | 47                     | 23                     | 28                     | 4                      | 81                     | 7                      | 25                     | 17                     | 56                     | 16                     | 42                     | 7                      | 53                  | R                   |
| WT 20084                     | 64                     | 26                     | 17                     | 0                      | 34                     | 2                      | 55                     | 20                     | 83                     | 42                     | 87                     | 67                     | 70                  | MR                  |
| PF 170634                    | 87                     | 46                     | 23                     | 10                     | 86                     | 21                     | 78                     | 49                     | 81                     | 61                     | 32                     | 24                     | 82                  | MS                  |
| WT 21009                     | 67                     | 28                     | 27                     | 3                      | 59                     | 22                     | 60                     | 9                      | 84                     | 51                     | 85                     | 38                     | 76                  | MS                  |
| WT 21024                     | 84                     | 46                     | 15                     | 4                      | 56                     | 17                     | 78                     | 43                     | 88                     | 50                     | 94                     | 54                     | 87                  | MS                  |
| WT 21045                     | 92                     | 52                     | 53                     | 3                      | 65                     | 4                      | 32                     | 13                     | 87                     | 56                     | 90                     | 60                     | 86                  | MS                  |
| WT 21055                     | 47                     | 24                     | 21                     | 1                      | 67                     | 13                     | 11                     | 7                      | 73                     | 46                     | 15                     | 4                      | 47                  | R                   |
| WT 21079                     | 52                     | 26                     | 31                     | 9                      | 56                     | 19                     | 19                     | 16                     | 63                     | 31                     | 82                     | 50                     | 63                  | MR                  |
| WT 21125                     | 97                     | 84                     | 23                     | 15                     | 73                     | 34                     | 6                      | 10                     | 75                     | 43                     | 71                     | 54                     | 78                  | MS                  |
| Resistente                   | ≤ 63                   | ≤ 24                   | ≤ 16                   | ≤ 2                    | ≤ 50                   | ≤ 8                    | ≤ 18                   | ≤ 8                    | ≤ 63                   | ≤ 26                   | ≤ 72                   | ≤ 38                   | ≤ 54                |                     |
| Mod. Resistente              | > 63 a ≤ 84            | > 24 a ≤ 44            | > 16 a ≤ 25            | > 2 a ≤ 4              | > 50 a ≤ 67            | > 8 a ≤ 15             | > 18 a ≤ 37            | > 8 a ≤ 13             | > 63 a ≤ 76            | > 26 a ≤ 36            | > 72 a ≤ 82            | > 38 a ≤ 61            | > 54 a ≤ 74         |                     |
| Mod. Suscetível              | > 84 a ≤ 93            | > 44 a ≤ 72            | > 25 a ≤ 43            | > 4 a ≤ 8              | > 67 a ≤ 75            | > 15 a ≤ 23            | > 37 a ≤ 75            | > 13 a ≤ 32            | > 76 a ≤ 83            | > 36 a ≤ 50            | > 82 a ≤ 90            | > 61 a ≤ 72            | > 74 a ≤ 87         |                     |
| Suscetível                   | > 93                   | > 72                   | > 43                   | > 8                    | > 75                   | > 23                   | > 75                   | > 32                   | > 83                   | > 50                   | > 90                   | > 72                   | > 87                |                     |

<sup>1</sup> Germinação do grão em papel germiteste (dormência)

<sup>2</sup> Germinação na espiga em simulador

<sup>3</sup> Índice de Resistência = (GG\*2 + .....+GE+.....)/Nº de observações

<sup>4</sup> Grau de Resistência

<sup>5</sup> Padrão de Resistência

<sup>6</sup> Padrão de Moderada Resistência

<sup>7</sup> Padrão de Moderada Suscetibilidade

<sup>8</sup> Padrão de Suscetibilidade

### 5. Qualidade Tecnológica

Os parâmetros de aptidão tecnológica da cultivar BRS Macuco foram obtidos em amostras coletadas em experimentos de avaliação do VCU, conduzidos no Paraná, em São Paulo e em Santa Catarina.

A BRS Macuco apresenta valor médio da força de glúten (W) de 359 x 10<sup>-4</sup> joules, na Região 1, de 347 x 10<sup>-4</sup> joules, na Região 2, e de 400 x 10<sup>-4</sup> joules, na Região 3. A relação entre tenacidade e elasticidade (P/L) foi de 1,3, 1,2 e 1,3, nas Regiões 1, 2 e 3, respectivamente, caracterizando um glúten balanceado. O valor médio do índice de elasticidade (IE), no alveógrafo, foi de 56,1%, 55,4% e 58,1%, nas Regiões 1, 2 e 3, respectivamente, indicando uma boa capacidade da massa em suportar a ação mecânica na fabricação do tradicional “pão francês” e do pão industrial. Também, a farinha pode ser usada em mistura com farinhas mais fracas, possibilitando a produção dos mais diversos produtos fabricados com farinha de trigo. Com esses parâmetros reológicos a BRS Macuco pode ser classificada como Trigo Melhorador, de acordo com a Instrução Normativa do Mapa nº 38, de 30 de novembro de 2010 (Brasil, 2010).

### 6. Adubação nitrogenada e densidade de semeadura

O manejo da adubação nitrogenada, em cobertura, do trigo tem gerado muita controvérsia nos últimos anos, no Brasil. Há diversos questionamentos, por exemplo, sobre o estágio fenológico da cultura em que o nitrogênio (N) deve ser ministrado, sobre novas formulações de fertilizantes, modos de aplicação de N, distinção de respostas ao N entre cultivares e/ou ambientes de produção, uso de inoculantes a base de *Azospirillum*, entre outros (Foloni et al., 2016).

No que diz respeito às cultivares BRS, Foloni et al. (2016) elaboraram um conjunto específico de indicações para aprimorar a eficiência de uso do N-adubo, fundamentado em vários experimentos conduzidos nas Macroregiões Tritícolas (MRTs) 1, 2 e 3 do Paraná. Diante de todos os dados gerados, foi possível identificar algumas informações primordiais:

- O excesso de N tem sido a principal causa de acamamento do trigo, para todas as condições de interação entre genótipo e ambiente.
- Cultivares BRS têm alcançado elevadas produtividades com doses relativamente baixas de N, para a grande maioria das situações de cultivo.
- A adubação de N em cobertura feita logo após a emergência das plântulas, quando as

condições de umidade no solo são adequadas, não apresentou diferença significativa no rendimento de grãos, em comparação com a cobertura realizada no estágio de perfilhamento.

- Adubação de N em cobertura, no estágio de perfilhamento, tende a tornar as plantas mais suscetíveis ao acamamento. Sendo assim, quando as condições de umidade no solo forem adequadas,

deve-se efetuar a adubação nitrogenada logo após a emergência das plântulas.

Na Tabela 4, estão apresentadas as indicações de doses de N para as cultivares BRS de trigo, inclusive para a BRS Macuco, nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná, considerando os critérios de produtividade esperada, lavoura antecessora no sistema plantio direto (SPD) e comportamento da cultivar.

**Tabela 4.** Indicação de doses de N para cultivares BRS, para trigo de sequeiro, nas Macrorregiões tritícolas 1, 2 e 3 (MRTs), do Paraná, considerando os critérios de produtividade esperada, lavoura antecessora no SPD (soja ou milho) e comportamento da cultivar.

| Produtividade Esperada | N Semeadura       | N Cobertura                      |             |             |             |             |                                  |             |             |             |  |
|------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|--|
|                        |                   | MRTs 2 e 3<br>(Altitude < 700 m) |             |             |             |             | MRTs 1 e 2<br>(Altitude > 700 m) |             |             |             |  |
|                        | Palha Soja        | Palha Milho                      | Palha Soja  |             | Palha Milho |             | Palha Soja                       |             | Palha Milho |             |  |
|                        |                   |                                  | Cultivar BR | Cultivar AR | Cultivar BR | Cultivar AR | Cultivar BR                      | Cultivar AR | Cultivar BR | Cultivar AR |  |
| t/ha                   | ----- kg/ha ----- |                                  |             |             |             |             |                                  |             |             |             |  |
| Até 3                  | 30                | 40                               | 0           | 30          | 40          | 50          | 20                               | 30          | 40          | 50          |  |
| 3 a 4                  | 30                | 40                               | 30          | 50          | 60          | 80          | 50                               | 60          | 60          | 80          |  |
| 4 a 5                  | 30                | 40                               | 50          | 70          | 80          | 100         | 70                               | 80          | 80          | 100         |  |
| Acima de 5             | 30                | 40                               | 60          | 80          | 100         | 120         | 90                               | 100         | 100         | 120         |  |

MRT 1 (Altitude > 700 m): centro-sul e sudeste do PR;

MRT 2 – Alta (Altitude > 700 m): centro-oeste, centro-leste e nordeste do PR;

MRT 2 – Baixa (Altitude < 700 m): sudoeste e oeste do PR;

MRT 3 (Altitude < 700 m): norte e noroeste do PR;

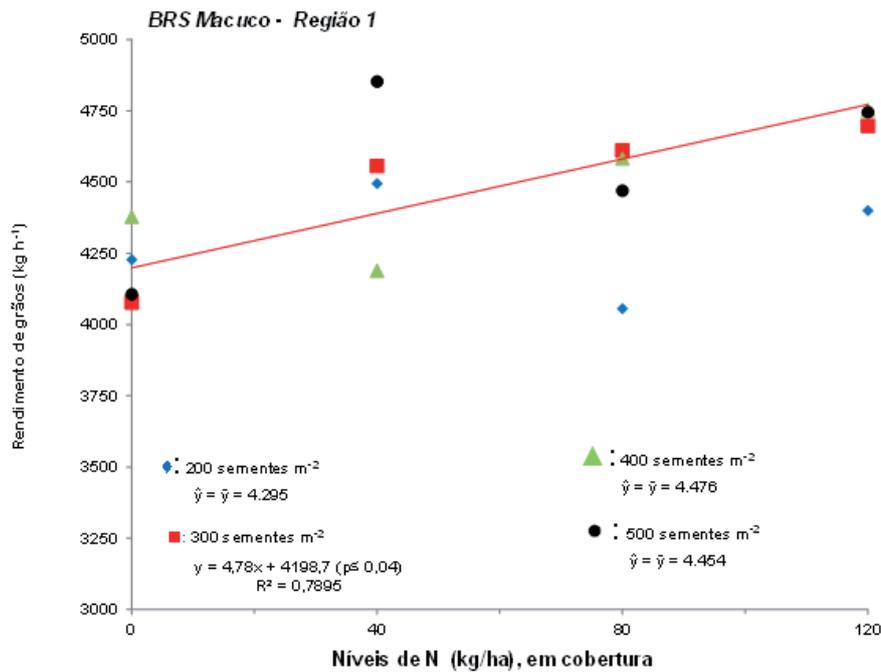
BR: Baixa resposta à adubação nitrogenada, em cobertura;

AR: Alta resposta à adubação nitrogenada, em cobertura.

A densidade de semeadura ideal está muito relacionada à adubação nitrogenada, principalmente com a de cobertura, e o seu ajuste depende da interação entre ambiente, cultivar e manejo (Foloni et al., 2016). Sendo assim, a Embrapa conduz, antes do lançamento de suas cultivares de trigo, experimentos específicos, denominados de ajuste fitotécnico, no intuito de detectar as interações entre densidade de semeadura x N em cobertura.

No ano de 2022, foram conduzidos ensaios em Ponta Grossa, representando as Regiões Tritícolas 1 e 2 do Paraná, com temperaturas amenas e solos balanceados. No ano de 2023, foram conduzidos ensaios em Londrina, representando a Região Tritícola 3 do Paraná, com temperaturas elevadas e solos argilosos (Santos et al., 2006; Nitsche et al., 2019).

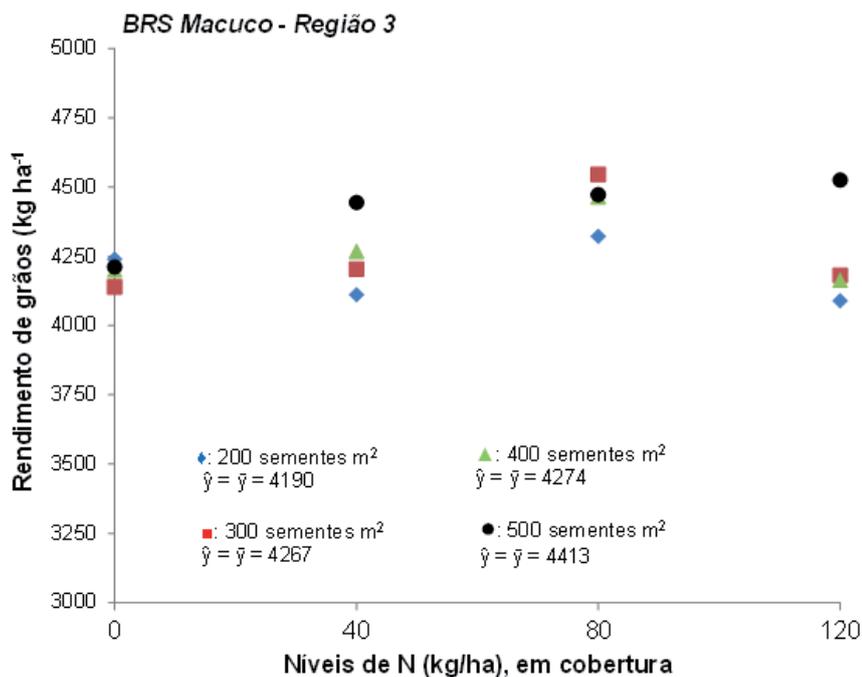
A Figura 5 mostra a dispersão dos dados de rendimento de grãos da BRS Macuco, em Ponta Grossa, considerando densidade de semeadura de sementes e da sua interação com a aplicação de N em cobertura. Os resultados mostram que só há interação com 300 sementes por metro quadrado, apresentando regressão linear significativa, indicando uma possível recomendação de 120 kg/ha de N, em cobertura. A análise de variância mostrou que não há significância estatística entre 80 kg/ha e 120 kg/ha, ao nível de 300 sementes por metro quadrado. Portanto, os resultados mostram uma tendência de recomendação, para as Regiões 1 e 2 do Paraná, de 300 sementes por metro quadrado, com 80 kg/ha de N em cobertura.



**Figura 5.** Dispersão dos dados de rendimento de grãos, em kg/ha, da cultivar BRS Macuco, em razão da densidade de sementeira e da sua interação com a aplicação de N em cobertura. Ponta Grossa, 2022.

A Figura 6 mostra a dispersão dos dados de rendimento de grãos da BRS Macuco, em Londrina, considerando densidade de sementeira e da sua interação com a aplicação de N em cobertura. Os resultados mostram que não há interação em nenhum nível de sementes por metro quadrado com aplicação de N em cobertura. A análise de variância não acusou nenhuma

significância estatística para nenhum nível de sementes por metro quadrado e nem para qualquer nível de N em cobertura. No entanto, os resultados mostram uma tendência para uma recomendação de 300 sementes por metro quadrado, com 80 kg/ha de N em cobertura, para a Região 3 do Paraná,



**Figura 6.** Dispersão dos dados de rendimento de grãos, em kg/ha, da cultivar BRS Macuco, em razão da densidade de sementeira e da sua interação com a aplicação de N em cobertura. Londrina, 2022.

As recomendações de densidade de semeadura e doses de N, para a cultura BRS Macuco são:

Regiões 1 e 2 do Paraná – 300 sementes por metro quadrado e 80 kg/ha de N em cobertura

Região 3 do Paraná – 300 sementes por metro quadrado e 80 kg/ha de N em cobertura

## 7. Redutor de Crescimento

As espécies vegetais produzem naturalmente hormônios que atuam nos seus processos fisiológicos, sendo os mais conhecidos as auxinas, as giberelinas, as citocininas e o etileno. Por sua vez, os reguladores vegetais ou fitorreguladores são assim denominados para que sejam distinguidos dos hormônios, pois são substâncias sintéticas aplicadas exogenamente com o intuito de influenciar processos fisiológicos, visando o incremento de produtividade, a qualidade de produtos e/ou a otimização do manejo (Taiz; Zeiger, 2004; Davies, 2007).

Entre os fitorreguladores há os redutores de crescimento, que são utilizados para inibir a síntese de giberelinas que promovem a expansão de tecidos vegetais, tais como no processo de alongamento de entrenós de ramos e caules que resulta no aumento da altura de plantas. Para o manejo de cereais, por exemplo, há recomendação de inibidores de giberelinas visando a redução do porte das lavouras e do acamamento (Taiz; Zeiger, 2004).

No Brasil só há indicação de um redutor de crescimento, o trinexapac-etil, para manejo do acamamento na cultura do trigo. No entanto, o uso do trinexapac-etil tem sido indicado apenas para cultivares de trigo suscetíveis ao acamamento, em solos de elevada fertilidade e em condições de alta oferta hídrica (Reunião..., 2016). Rodrigues et al. (2003) também reforçam que o trinexapac-etil é tecnicamente vantajoso quando há risco iminente de acamamento, associado à perspectiva de elevadas produtividades, caso contrário haverá apenas aumento de custo.

É importante lembrar que as cultivares de trigo respondem de maneira variada ao trinexapac-etil, e tais respostas geralmente estão associadas ao ambiente e ao manejo. Portanto, é indispensável que se faça a validação regional para a indicação desse produto (Zagonel; Fernandes, 2007; Penckowski et al., 2009).

No caso da BRS Macuco, devido a boa resistência ao acamamento, é dispensável o uso de redutores de crescimento, em áreas de mais baixa fertilidade e com reduzidas doses de N, em cobertura. No entanto, em solos de elevada fertilidade e com altas doses de N, em cobertura, é recomendada

a aplicação de redutor de crescimento, nas doses recomendadas pelo fabricante.

Em experimentos realizados na Embrapa Soja, em 2021 e 2022 (não publicados), não se verificou fitotoxicidade ao trinexapac-etil, na dose indicada pelo fabricante.

## 8. Época de semeadura

A definição do período adequado para a semeadura do trigo exige que se leve em consideração vários critérios, e o mais relevante engloba a caracterização do ambiente (solo e clima) perante as exigências fisiológicas da cultura. Também não podem ser excluídos da análise os sistemas de produção predominantes na região, estratégias de escape (risco de geada, brusone, chuva na colheita, ciclo da cultivar, etc.) e aspectos socioeconômicos (Cunha et al., 2011).

Outro procedimento importante para o trigo é o escalonamento das datas de instalação da cultura, dentro de uma determinada época de semeadura, assim como, a diversificação do ciclo das cultivares. Essas técnicas têm por objetivo reforçar as táticas de escape e otimizar a logística operacional. As épocas de semeadura devem seguir os critérios adotados no zoneamento agrícola do trigo do M, levando em consideração as características específicas de cada cultivar.

## Considerações finais

O trigo é estratégico em diversas regiões agrícolas do Brasil, não só pelos valores monetários gerados na sua cadeia produtiva, mas também pelos benefícios agronômicos que entrega às outras culturas em rotação, tais como, no manejo de plantas daninhas, doenças e pragas, no controle da erosão do solo, na reciclagem de nutrientes, entre outros.

O programa de melhoramento de trigo da Embrapa, no Paraná, tem sido bem sucedido nos últimos anos, no sentido de contribuir com cultivares de elevado potencial produtivo, de expressiva resistência a doenças, adaptabilidade e estabilidade a diferentes ambientes e com qualidade de farinha bem definida.

Contudo, a cada nova cultivar lançada no mercado é preciso que se faça todo o posicionamento fitotécnico e a caracterização de seus atributos agronômicos, no contexto dos sistemas de produção em que está sendo recomendada. Os trabalhos de fitotecnia, portanto, são imprescindíveis para que a tecnologia genética tenha sucesso no cotidiano do agricultor.

## Referências

- BASSOI, M. C. **Quantitative trait analysis of grain dormancy in wheat (*Triticum aestivum* L. Thell)**. 2001. 240 f. Thesis (Ph. D. in Cereal Sciences) - John Innes Centre & University of East Anglia, Norwich, United Kingdom.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 3, de 31 de maio de 2001. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 07 jun. 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 38, de 30 de novembro de 2010. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 01 dez. 2010, Seção 1.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997. Institui a lei de proteção de cultivares e dá outras providências, artigo 22º. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 08 abr. 1997.
- CONAB. **Série histórica das safras**: trigo. 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/913-trigo>. Acesso em: 27 fev. 2024.
- CUNHA, G. R. da; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M.; HAAS, J. C.; MALUF, J. R. T.; PIRES, J. L. F.; DALMAGO, G. A.; SANTI, A. Regiões para trigo no Brasil: ensaios de VCU, zoneamento agrícola e época de semeadura. In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. da (ed.). **Trigo no Brasil**: bases para produção competitiva e sustentável. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. cap. 2, p. 27-40.
- DAVIES, P. J. Introduction - The plant hormones: their nature, occurrence and functions. In: DAVIES, P. J. (ed.). **Plant hormones**: biosynthesis, signal transduction, action! 3<sup>rd</sup> ed. Dordrecht: Springer, 2007. p. 1-6.
- EBERHART, S. A.; RUSSEL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v. 6, p. 36-40, 1966.
- FOLONI, J. S. S.; BASSOI, M. C.; SILVA, S. R. **Indicações fitotécnicas para cultivares de trigo da Embrapa no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 24 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 117).
- GAVAZZA, M. I. A.; BASSOI, M. C.; CARVALHO, T. C. de; BESPALHOK FILHO, J. C.; PANOBIANCO, M. Methods for assessment of pre-harvest sprouting in wheat cultivars. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 7, p. 928-933, 2012.
- LARGE, E. C. Growth stage in cereals: illustration of the Feekes scale. **Plant Pathology**, v. 3, p. 128-129, 1954.
- McMASTER, C. J.; DERERA, N. F. Methodology and sample preparation when screening for sprouting damage in cereals. **Cereal Research Communication**, v. 4, p. 251-254, 1976.
- NITSCHKE, P.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. da S.; PINTO, L. F. D. **Atlas climático do Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2019. 210 p. Disponível em: <http://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/agrometeorologia/atlas-climatico/atlas-climatico-do-parana-2019.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2023.
- PENCKOWSKI, L. H.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Nitrogênio e redutor de crescimento em trigo de alta produtividade. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, p. 473-479, 2009.
- REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 9., 2015, Passo Fundo. **Informações técnicas para trigo e triticale - safra 2016**. Passo Fundo: Biotrigo Genética, 2016. Editores técnicos: Gilberto Rocca da Cunha, Eduardo Caierão e André Cunha Rosa.
- RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; TEIXEIRA, M. C. C.; ROMAN, E. S. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 18 p. (Embrapa Trigo. Circular Técnica, 14).
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. (ed.). **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.
- ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, v. 25, p. 331-339, 2007.

**Embrapa Soja**

Rodovia Carlos João Strass, s/nº Acesso Orlando Amaral, Distrito de Warta  
Caixa Postal: 4006 | CEP 86085-981 | Londrina, PR  
(43) 3371-6000 | [www.embrapa.br/soja](http://www.embrapa.br/soja) | [www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Adeney de Freitas Bueno*

Secretária-executiva: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros: *Claudine Dinali Santos Seixas, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Fernando Augusto Henning, Ivani de Oliveira Negrão Lopes, Leandro Eugênio Cardamone Diniz, Maria Cristina Neves de Oliveira, Mônica Juliani Zavaglia Pereira e Norman Neumaier*

**Comunicado Técnico 111**

ISSN 2176-2899

Abril, 2024

Edição executiva: *Vanessa Fuzinato Dall'Agnol*

Revisão de texto: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Normalização: *Valéria de Fátima Cardoso*  
(CRB- 9/1188)

Projeto gráfico: *Leandro Sousa Fazio*

Diagramação: *Marisa Yuri Horikawa*

Publicação digital: PDF



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA  
E PECUÁRIA



Todos os direitos reservados à Embrapa.