

## BIOFORTIFICAÇÃO EM TRIGO NO BRASIL - 2011

Pedro Luiz Scheeren<sup>(1)</sup>, José Luiz Viana Carvalho<sup>(2)</sup>, Marília Regini Nutti<sup>(2)</sup>, Eduardo Caierão<sup>(1)</sup>, Manoel Carlos Bassot<sup>(3)</sup>, Júlio César Albrecht<sup>(4)</sup>, Ricardo Lima de Castro<sup>(1)</sup>, Martha Zavariz de Miranda<sup>(1)</sup>, Gisele Abigail Montan Torres<sup>(1)</sup> e Casiane Saete Tibola<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, scheeren@cnpt.embrapa.br; <sup>(2)</sup>Pesquisador da Embrapa Agroindústria e Alimentos, Rio de Janeiro, RJ; <sup>(3)</sup>Pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR; <sup>(4)</sup>Pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

**Resumo** – O objetivo deste trabalho foi avaliar o teor de ferro e de zinco em uma coleção de 180 cultivares de trigo, em três ambientes e analisar a estabilidade desses teores nos diversos ambientes. A coleção foi estabelecida na Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS; na Embrapa Soja, em Londrina, PR; e na Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF. Estes genótipos foram colhidos, trilhados individualmente e os grãos enviados a Embrapa Agroindústria de Alimentos (EMBRAPA-CTAA), no Rio de Janeiro, RJ, para avaliação dos teores de ferro e de zinco em espectrofotômetro de absorção atômica. O teor de ferro e de zinco das amostras indicou grande variabilidade genética. A média dos três locais, para teor de ferro foi de 32,63 mg.kg<sup>-1</sup>, com variação de 21,95 a 55,75 mg.kg<sup>-1</sup>, e para zinco foi de 31,77 mg.kg<sup>-1</sup>, com variação de 20,99 a 55,10 mg.kg<sup>-1</sup>. Em geral, destacaram-se as cultivares antigas, frequentemente mais altas e com menor potencial de rendimento de grãos. Os destaques foram IAS 54-Sel21, Ponta Grossa 1 e Triplo Anão, para teor de ferro, e as cultivares Fronteira, Trigo de Chapéu e BRS Guamirim, para teor de zinco. Destas, BRS Guamirim é a única ainda com indicação de cultivo no Sul do Brasil.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*; ferro; zinco; cultivares.

**Abstract** – The aim of this study was to estimate the genetic divergence in a collection of 180 accessions of wheat cultivars, in three environments in Brazil: at Embrapa Trigo, in Passo Fundo, RS; at Embrapa Soja, in Londrina, PR; and at Embrapa Cerrados, in Planaltina, DF. The cultivars were harvested and threshed manually. The seeds for analyses were sent to Embrapa Agroindústria e Alimentos, Rio de Janeiro, RJ. There was observed a large variability in the levels of iron and zinc. The mean of zinc for the three environments was 32,63 mg.kg<sup>-1</sup>, with variation from 21,95 to 55,75 mg.kg<sup>-1</sup>, and for iron the mean was 31,77 mg.kg<sup>-1</sup>, with variation from 20,99 a 55,10 mg.kg<sup>-1</sup>. In general, the old varieties showed the highest values. The best varieties for iron content were IAS 54-Sel21, PG 1 e Triplo Anão, and for zinc, the cultivars Fronteira, Trigo de Chapéu and BRS Guamirim showed the highest values. BRS Guamirim is the only variety still indicated for cultivation.

Keywords: *Triticum aestivum*; iron; zinc; cultivars.

### Introdução

O trigo é, atualmente, o segundo cereal mais produzido no mundo, com safra prevista em mais de 650.000.000 t em 2010-2011, sendo o consumo desse cereal no Brasil de 10.500.000 t. O consumo per capita de farinha de trigo no Brasil corresponde a 53 kg, distribuída em diferentes formas no mercado. Pães diversos, bolos, massas frescas e secas e biscoitos variados representam os principais usos do trigo em diferentes países. No Brasil, 50 % da farinha é destinada para o consumo de

panificadoras, 20% para uso doméstico, 17% na indústria de massas, 11% na indústria de biscoitos e 2% para outros usos.

Ferro (Fe) e zinco (Zn) são elementos essenciais para a boa nutrição, sendo a alimentação a única fonte destes minerais. A deficiência de zinco causa, entre outros problemas, retardo no crescimento e disfunções imunológicas (Prasad, 1998). Enquanto que a deficiência em ferro resulta em fadiga e redução das defesas do organismo. Estima-se que 80% da população mundial tenha deficiência de ferro e 30% sofra de anemia. Em muitos países faz-se fortificação da farinha de trigo. No Brasil, desde 13/12/2002 (Resolução RDC n°. 344) é obrigatória a adição de ferro e ácido fólico às farinhas de trigo e de milho.

O objetivo deste trabalho foi identificar a variabilidade genética para elevados teores de ferro e de zinco, em genótipos de trigo antigos, exóticos ou em cultivo no Brasil, visando associar as características de elevados teores desses minerais com características agrônomicas favoráveis, tolerância a estresses bióticos/abióticos e qualidade tecnológica de uso final.

### **Material e Métodos**

Neste trabalho, foi avaliada uma coleção com 180 genótipos de trigo, constituída por germoplasma antigo adaptado ao cultivo no Brasil, cultivares em cultivo comercial e cultivares exóticas. A coleção de genótipos foi semeada em 2008-2009, em três locais: Passo Fundo, RS, na Embrapa Trigo; Londrina, PR, na Embrapa Soja; e Planaltina, DF, na Embrapa Cerrados, sob a coordenação da Embrapa Trigo. Estes genótipos foram colhidos, trilhados individualmente e os grãos enviados a Embrapa Agroindústria de Alimentos (EMBRAPA-CTAA), no Rio de Janeiro, RJ, para avaliação dos teores de ferro e de zinco em espectrofotômetro de absorção atômica.

A análise dos dados foi feita por duas metodologias. Na primeira, foi feita a análise da variância para identificação da interação entre genótipos e ambientes e foi realizado teste de comparação de médias por local. Na segunda, foi realizada a análise da adaptabilidade e estabilidade dos teores de ferro e de zinco em três ambientes.

### **Resultados e Discussão**

Os teores de Ferro e de Zinco das amostras indicaram grande amplitude de variabilidade genética. A média considerando em conjunto os três locais, para teor de ferro foi de 32,63 mg.kg<sup>-1</sup>, com variação de 21,95 a 55,75 mg.kg<sup>-1</sup>, e para zinco foi de 31,77 mg.kg<sup>-1</sup>, com variação de 20,99 a 55,10 mg.kg<sup>-1</sup>. Em geral, destacaram-se as cultivares antigas, frequentemente mais altas e com menor potencial de rendimento de grãos (Tabelas 1 e 2). Os destaques foram IAS 54-Sel21, PG 1 e Triplo Anão, para teor de ferro, e as cultivares Fronteira, Trigo de Chapéu e BRS Guamirim, para teor de zinco. Dessas, BRS Guamirim é a única ainda com indicação de cultivo no sul do Brasil.

**Tabela 1.** Teor de ferro ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) em cultivares de trigo em três ambientes no Brasil. Passo Fundo, RS, 2011.

Ambiente	Teor de Ferro ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )			
	Máximo	Genótipo	Mínimo	Genótipo
Brasília-DF	55,75	IAS 54-Sel21	24,30	IPR 129
Londrina-PR	41,60	Ponta Grossa 1	21,95	OR 1
Passo Fundo-RS	49,62	Triplo Anão	25,90	IPR 128

**Tabela 2.** Teor de zinco ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) em cultivares de trigo em três ambientes no Brasil. Passo Fundo, RS 2011.

Ambiente	Teor de Zinco ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )			
	Máximo	Genótipo	Mínimo	Genótipo
Brasília-DF	46,70	Fronteira	20,99	Supera
Londrina-PR	55,10	Trigo Chapéu	22,25	BR 17
Passo Fundo-RS	49,37	BRS Guamirim	24,62	Safira

No estudo da adaptabilidade e estabilidade foi possível analisar somente 140 genótipos que produziram quantidade de sementes suficientes nos três locais, para análise. Diversos genótipos eram adaptados a uma região tritícola e não a outra. Como não estavam presentes todos os genótipos, as médias diferiram da análise inicial. As médias do teor de ferro foram de 35,02, 28,59 e 34,29  $\text{mg.kg}^{-1}$ , para os ambientes de Brasília, Londrina e Passo Fundo, respectivamente (Tabela 3), com grande amplitude de variação. No estudo da adaptabilidade e estabilidade para teor de ferro em cultivares de trigo (Tabela 4), na média de todos os ambientes (Pi Geral), podem ser destacadas as cultivares IAS 59, BR 8, BRS Guamirim e Fundacep 50. Nos ambientes favoráveis (Pi Fav, que foram Brasília e Passo Fundo), tiveram destaque as cultivares IAS 59, BR 8, BRS Guamirim e Fundacep 50. Já nos ambientes desfavoráveis (Pi Desfav, representado por Londrina), foram destaque as cultivares BRS Tangará, Ocepar 18 e Fundacep 29. BRS Guamirim, Fundacep 50 e BRS Tangará são cultivares destaque que permanecem em indicação de cultivo.

**Tabela 3.** Teor de ferro ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) em cultivares de trigo, em três ambientes no Brasil – 2009 (“considerando a análise de adaptabilidade e estabilidade”)

Ambiente	Média do Teor de Ferro ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )	Máximo	Mínimo
Brasília	35,02	49,62	25,90
Londrina	28,59	34,64	21,96
Passo Fundo	34,29	55,75	24,30

**Tabela 4.** Adaptabilidade e estabilidade do teor de ferro ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) em cultivares de trigo, em três ambientes no Brasil - 2009 (“considerando a análise de adaptabilidade e estabilidade”). Passo Fundo, 2011.

Trat	Genótipo	Média	Pi Geral	Trat	Genótipo	Pi Fav	Trat	Genótipo	Pi Desfav
104	IAS 59	42,39	39,8459	104	IAS 59	23,5390	46	BRS Tangará	65,9178
10	BR 8	41,12	47,8084	10	BR 8	29,1069	123	Ocepar 18	66,4020
43	BRS Guamirim	39,36	54,7830	87	Fundacep 50	35,0216	80	Fundacep 29	66,7490
87	Fundacep 50	39,42	58,2489	43	BRS Guamirim	41,4897	137	TB 951	68,6735
73	Cotiporã	38,84	62,2206	66	CEP 24-Industrial	51,0155	73	Cotiporã	68,9204
137	TB 951	37,62	63,2152	56	CD 109	52,6179	91	GD 94122	70,8042
66	CEP 24-Industrial	38,44	63,6174	69	CNT 9	53,7955	45	BRS Pardela	71,3420
67	CEP 27- Missões	37,36	67,4171	60	CD 114	55,1777	116	Jesuíta	71,6656
69	CNT 9	37,32	68,2029	9	BR 4	57,2089	104	IAS 59	72,4598
91	GD 94122	36,62	69,7324	67	CEP 27- Missões	57,4335	109	IPR 118	74,0613
93	IAC 24-Tucuruí	36,63	70,7802	102	IAS 54-SEL 21	58,5770	96	Iapar 28	77,0926
60	CD 114	36,68	71,6573	73	Cotiporã	58,8707	93	IAC 24-Tucuruí	79,2356
19	BRS 49	37,50	72,9053	70	CNT 10	59,6574	43	BRS Guamirim	81,3696

Ainda no estudo da adaptabilidade e estabilidade, nas análises do teor de zinco, as médias foram de 34,10, 30,55 e 30,65  $\text{mg.kg}^{-1}$ , para os ambientes de Brasília, Londrina e Passo Fundo, respectivamente (Tabela 5). Também para teor de zinco, as cultivares apresentaram grande amplitude de variação dos valores observados em cada um destes ambientes. Na média dos ambientes (Pi Geral), aparecem como destaque na Tabela 6, para teores de zinco, as cultivares Jesuíta IAS 59, IPR 11 e BRS Guamirim. Nos ambientes favoráveis (Pi Fav) aparece, mais uma vez com destaque, a cultivar BRS Guamirim, seguida das cultivares BRS 254, BRS Timbaúva e BRS 210. Por outro lado, nos ambientes desfavoráveis (Pi Desfav), as cultivares Jesuíta, Embrapa 24, Cotiporã e Ocepar 12 foram aquelas que mais se destacaram. Entre as cultivares destaque citadas, BRS Guamirim, IPR 111, BRS 254, BRS Timbaúva e BRS 210 são cultivares que permanecem em indicação de cultivo no Brasil.

**Tabela 5.** Teor de zinco ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) em cultivares de trigo, em três ambientes no Brasil - 2009 (“considerando a análise de adaptabilidade e estabilidade”)

Ambiente	Média do Teor de Zinco ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )	Máximo	Mínimo
Brasília	34,10	49,37	24,62
Londrina	30,55	40,12	22,26
Passo Fundo	30,65	43,86	20,99

**Tabela 6.** Teor de zinco ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) em cultivares de trigo, em três ambientes no Brasil - 2009 (“considerando a análise de adaptabilidade e estabilidade”)

Trat	Genótipo	Média	Pi Geral	Trat.	Genótipo	Pi Fav	Trat	Genótipo	Pi Desfav
116	Jesuíta	41,17	14,3317	43	BRS Guamirim	1,7653	116	Jesuíta	11,6933
104	IAS 59	39,05	21,1632	35	BRS 254	3,6651	75	Embrapa 24	18,0782
108	IPR 111	37,34	27,2238	47	BRS Timbaúva	5,4270	73	Cotiporã	22,0279
43	BRS Guamirim	39,12	30,8436	29	BRS 210	5,8776	121	Ocepar 12-Maitaca	22,4169
75	Embrapa 24	36,81	31,7189	50	CD 102	8,4332	108	IPR 111	24,9444
73	Cotiporã	36,40	32,1461	36	BRS 264	9,9133	104	IAS 59	25,3678
109	IPR 118	36,02	33,5096	24	BRS 192	10,0691	109	IPR 118	30,1609
27	BRS 208	36,13	34,1007	99	Iapar 60	10,4210	135	SON 64	32,6197
140	CD 107	36,10	34,2231	25	BRS 194	10,5068	139	Yaqui 54	32,7598
121	Ocepar 12-Maitaca	36,12	36,5194	32	BRS 234	11,7068	140	CD 107	33,2113
101	IAS 20	35,41	36,5732	104	IAS 59	12,7540	82	Fundacep 31	33,2294
31	BRS 229	35,49	37,4772	48	Buck Brasil	12,9034	90	Frontana	34,0304
19	BRS 49	34,93	38,6751	30	BRS 220	13,6213	58	CD 111	35,4757
37	BRS Angico	34,84	39,1446	40	BRS Camboim	14,7056	78	Embrapa 42	35,9279
58	CD 111	34,69	39,5036	44	BRS Louro	19,3240	66	CEP 24-Industrial	37,5081
105	IPR 87	34,83	39,9456	49	CD 101	19,5581	59	CD 113	38,0286
36	BRS 264	35,62	40,2567	31	BRS 229	19,5916	87	Fundacep 50	38,1587
93	IAC 24-Tucuruí	34,50	40,7153	116	Jesuíta	19,6084	137	TB 951	38,1884
24	BRS 192	35,66	40,8112	42	BRS Guabiju	19,7935	101	IAS 20	38,7540

A partir das análises realizadas com os dados da coleção foram selecionadas algumas cultivares com maiores teores de ferro e/ou de zinco e foi organizado um Bloco de Cruzamentos na Embrapa Trigo, para a combinação entre trigos com elevados teores desses elementos e, ainda, para a introgressão de teores superiores de ferro e de zinco em cultivares adaptadas que apresentam elevado potencial de rendimento de grãos e boa qualidade panificativa. Este trabalho está sendo realizado juntamente com o projeto “Melhoramento de Trigo para o Brasil”, em execução na Embrapa.

### Conclusões

Os resultados obtidos indicaram grande variabilidade genética para os caracteres teor de ferro e de zinco em cultivares de trigo.

Ocorreu significativa interação dos teores de ferro e de zinco das cultivares com os ambientes representativos das regiões de produção de trigo estudados.

Entre as cultivares ainda indicadas para cultivo, BRS Guamirim e Fundacep 51 foram as que mais se destacaram para elevados teores de ferro nos grãos.

Entre as cultivares ainda indicadas para cultivo, BRS Guamirim e IPR 111 foram as que mais se destacaram para elevados teores de zinco nos grãos.

### **Agradecimentos**

Ao Fundo de Pesquisa EMBRAPA - MONSANTO, pelo apoio financeiro; ao CNPq; à Embrapa Soja, à Embrapa Cerrados e à Embrapa Agroindústria de Alimentos, pelo apoio às atividades de pesquisa e auxílio financeiro.

### **Referências**

Prasad, A.S. 1998. Zinc in human health: an update. J. Trace Elem. Exp. Med. 11: 63-87.