

ÁREAS BÁSICAS

NOTA

ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE DE PANIFICAÇÃO E RENDIMENTO DE GRÃOS ENTRE TRITÓRDEO HEXAPLÓIDE E OUTROS CEREAIS DE INVERNO⁽¹⁾

RONALD JOSÉ BARTH PINTO⁽²⁾; CARLOS ALBERTO SCAPIM⁽²⁾; JUAN BAUTISTA ALVAREZ⁽³⁾;
LUIS MIGUEL MARTIN MARTIN⁽³⁾

RESUMO

A duplicação cromossômica dos híbridos entre *Hordeum chilense* e *Triticum turgidum* conv. *durum* originou o tritórdeo hexaplóide (*X Tritordeum* Ascherson et Graebner), um novo cereal cujas características estão sendo avaliadas. Com o objetivo de obter maiores informações sobre o potencial do tritórdeo para a qualidade de panificação e componentes do rendimento de grãos, foi instalado em 1996 em Córdoba, Espanha, um experimento de campo com três repetições. O desempenho de três linhagens de tritórdeo foi comparado com o rendimento de duas variedades comerciais de trigo, duas de trigo duro e quatro de triticales. O conjunto de resultados indicou perspectivas do tritórdeo para o desenvolvimento de variedades altamente produtivas com aceitável qualidade de panificação, especialmente por se tratar de uma espécie nova e ainda pouco melhorada.

Palavras-chave: rendimento, *Tritordeum*, trigo, triticales.

ABSTRACT

COMPARATIVE ANALYSIS OF GRAIN YIELD AND BREADMAKING QUALITY BETWEEN HEXAPLOID TRITORDEUM LINES AND OTHER WINTER CEREALS

Chromosome duplication of hybrids between *Hordeum chilense* and *Triticum turgidum* conv. *durum* originated a new cereal, of which characteristics for cropping being evaluated, the hexaploid tritordeum (*X Tritordeum* Ascherson et Graebner). In order to have more information about breadmaking quality and grain yield components in tritordeum, a field experiment with three replications was carried out during the growing season of 1996 in Córdoba, Spain. Performance of three tritordeum lines was compared with two varieties of wheat, two of *durum* wheat and four of triticales. Results allow to expect the development of high yielding varieties of tritordeum with acceptable breadmaking quality.

Key words: yield, *Tritordeum*, wheat, triticales.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 17 de maio e aceito em 5 de dezembro de 2002.

⁽²⁾ Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, 87020-900 Maringá (PR). E-mails: pinque@wnet.com.br scapim@teracom.com.br

⁽³⁾ Departamento de Genética, ETSIAM, Universidad de Córdoba, apartado 3048, 14080 - Córdoba, España. mails:ge2alcaj@uco.es / ge1mamlm@uco.es

Introdução

O tritórdeo hexaplóide (*X Tritordeum* Ascherson et Graebner) é um anfiplóide derivado do híbrido entre *Hordeum chilense* Roem. et Schult. e o trigo duro (*Triticum turgidum* ssp. *durum* L.) (MARTIN e SANCHEZ-MONGE LAGUNA, 1982). Essa nova espécie tem mostrado aspectos promissores para um futuro cultivo comercial (MARTIN et al., 1996).

Com relação à qualidade, por exemplo, o tritórdeo hexaplóide apresenta características de panificação similares às do trigo (*T. aestivum* ssp. *aestivum* L.), as quais têm sido relacionadas às proteínas de reserva aportadas pelo genoma H^{ch} procedente de *H. chilense* (ALVAREZ et al., 1995).

Os estudos preliminares indicaram que a nova espécie apresenta excelente morfologia de grão, alta fertilidade, alto teor protéico, maior número de espiguetas por espiga e elevada capacidade de afilamento (CUBERO et al., 1986). No entanto, para a definição das perspectivas de utilização do tritórdeo como novo cereal, é importante dispor de maiores informações sobre a qualidade de panificação e potencial produtivo dessa nova espécie.

Assim, pela comparação entre o tritórdeo e outros cereais de inverno, o presente trabalho tem por objetivo obter informações que contribuam para melhor estimativa deste potencial.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido em 1995/96 em Córdoba, Espanha (37°52' N; 4°49' W), sobre um solo *typic xerofluvent* (ordem *entisol*) de textura franco-arenosa e origem aluvial. Foi estabelecido um experimento de campo com três repetições, onde se cultivaram dois tritórdeos avançados (HTC 486 e HTC 490) e um tritórdeo experimental (HTC 227). A área de cada parcela foi de 3 m². A época de semeadura, o espaçamento e as práticas culturais foram as recomendadas para o cultivo de trigo na região.

Compararam-se os tritórdeos com variedades comerciais de trigo (Yecora e Cartaya), trigo duro (Mexa e Vitron) e triticale (Porsas, Daman, Montanchez e Trujillo) para os caracteres altura de plantas, ciclo entre a emergência e a floração, número de espigas por parcela, número de espiguetas por espiga e de grãos por espiguetas, peso de mil grãos, conteúdo protéico nos grãos, volume de sedimentação em SDS-ácido láctico, índice de qualidade [IC = (volume de sedimentação) / (percentagem de proteína)], força do gluten e rendimento de grãos.

O número de grãos por espiga e de espiguetas por espiga foi estimado por amostragem a partir de 15 espigas tomadas ao acaso em cada parcela.

O número de espigas por parcela foi obtido por contagem manual das espigas por ocasião da colheita. O número de grãos por espiguetas foi estimado a partir da relação entre o número de grãos por espiga e o número de espiguetas por espiga. A porcentagem de proteína no grão foi determinada por um analisador NIR calibrado segundo o macrométodo de Kjeldahl. Os procedimentos básicos adotados no teste de sedimentação seguiram o método de PEÑA e AMAYA (1985). Utilizou-se um moinho CD1 para a obtenção da farinha avaliada alveograficamente. As amostras de farinha foram analisadas em um alveógrafo de Chopin MA-82 seguindo método padronizado (FARIDI et al., 1987).

As análises de variância permitiram estimar os efeitos de tratamentos sobre cada caráter. Para testar a significância de diferenças entre grupos de médias foi adotada o método de contrastes não ortogonais. Como critério para a realização dos contrastes entre grupos de médias (Quadro 3) adotou-se o método de Scheffe, uma vez que, além de ser rigorosa, não exige ortogonalidade e permanece válido para testar todo e qualquer contraste de médias, mesmo quando sugerido pelos dados. (SCHEFFE, 1953). A estatística do teste (S) foi calculada por $S = [(I - 1) F V(Y)]^{1/2}$, em que: I = número de tratamentos por experimento, F = valor crítico quadrado ao nível α de probabilidade e V(Y) = estimativa da variância do contraste. Consideraram-se os contrastes significativos quando $|Y| = S$. Os tritórdeos foram contrastados com os trigos hexaplóides, trigos duros, trigos em geral, triticales, trigo Mexa, trigo Vitron, trigo Yecora, trigo Cartaya, triticale Porsas, triticale Daman, triticale Montanchez e triticale Trujillo (contrastos 1, 2, 3, ..., 12, respectivamente). Além disso, o tritórdeo não melhorado HTC 227 foi comparado com os tritórdeos melhorados HTC 486 e HTC 490 (contraste 13), e os tritórdeos melhorados foram confrontados entre si (HTC 486 vs. HTC 490, contraste 14). Os cálculos das análises de variância e dos contrastes foram realizados com o uso dos programas Genes (CRUZ, 1997) e SANEST (Sistema de Análise Estatística), respectivamente. O programa Genes também foi utilizado para calcular as correlações fenotípicas entre os componentes de rendimento e da qualidade.

Resultados e Discussão

Os resultados das análises de variância (Quadro 1) indicam diferenças altamente significativas entre as médias de tratamentos apresentadas no Quadro 2.

A observação dos Quadros 2 e 3 indica que os tritórdeos foram mais altos e tardios que os demais materiais, apresentaram um maior número de espigas que os trigos duros e triticales e um maior número de espiguetas por espiga que os trigos.

Os tritórdeos foram superados pelos trigos e triticales em massa de grão e pelos trigos quanto ao número de grãos por espiguetas, observando-se também um elevado percentual de espiguetas estéreis. Embora inferior, a média geral dos tritórdeos para rendimento de grãos foi aceitável, dado que se trata de uma espécie nova e ainda muito pouco melhorada.

Considerando a classificação utilizada no trigo (WILLIAMS et al., 1988), os tritórdeos apresentaram um conteúdo protéico elevado, tendo superado os trigos duros e os triticales em volume de sedimentação.

Seu índice de qualidade foi superado pelos trigos em geral e equivalente ao dos triticales. A força do gluten dos tritórdeos não diferiu significativamente da detectada nos triticales, mas foi inferior à verificada nos trigos duros e hexaplóides.

Em todos os cereais avaliados, maiores rendimentos associaram-se ao menor conteúdo protéico, resultando em menor sedimentação (Quadro 4). Esses

resultados coincidem com os verificados em trigo e aveia (TAKEDA e FREY, 1985; FEIL, 1992), e permitem superar dificuldades na seleção conjunta para rendimento e qualidade. Ao se correlacionarem com o rendimento, as diferenças de ciclo entre o material cultivado afetaram indiretamente a qualidade (proteína e sedimentação). Como o índice de qualidade foi o estimador que mais se correlacionou com a força do glúten (W), uma relação mais elevada entre sedimentação e proteína poderia trazer reflexos positivos em W.

O rendimento de grãos dependeu bastante da massa de grão. No entanto, o material com grãos mais pesados apresentou menor percentagem de proteína, visto o maior acúmulo de amido. A massa de grãos, ponto fraco dos tritórdeos, associou-se ao rendimento em todas as espécies. Já o ponto forte dos tritórdeos, o número de espiguetas por espiga, não teve repercussão significativa sobre o rendimento. A superioridade de rendimento dos outros cereais parece ter decorrido do efeito combinado das variáveis massa de espiga e número de grãos por espiguetas.

De certa forma, essas deficiências foram parcialmente compensadas pelo tritórdeo devido a sua maior prolificidade.

Quadro 1. Análise de variância das características analisadas em cereais cultivados em 1996 em Córdoba, Espanha

Caráter	QM resíduo	QM tratamento	P	Média	CV %
Altura de planta	8,260	1250,406	0,00001	103,242	2,78
Ciclo	3,340	412,285	0,00001	106,455	1,72
Espigas por parcela	12896,44	143404,40	0,00003	772,290	14,70
Espiguetas por espiga	1,250	73,030	0,00001	25,971	4,30
Grãos por espiguetas	0,159	0,995	0,00043	2,968	13,44
Peso de mil grãos	9,967	244,438	0,00001	33,954	9,30
Proteína (%)	0,260	7,160	0,00001	14,672	3,47
Vol. de sedimentação	0,282	25,244	0,00001	6,918	7,68
Índice de qualidade	8,93.10 ⁻⁴	0,096	0,0001	0,468	6,38
Força de glúten	420,475	35191,581	0,00001	131,183	15,63
Rendimento de grãos	640293,943	6409926,279	0,00005	6240,281	12,82

Quadro 2. Médias dos resultados obtidos em genótipos de trigo duro (4x), trigo hexaplóide (6x), tritórdeo e triticales cultivados em Córdoba, Espanha, em 1996

Genótipo	Altura de planta	Ciclo	Espigas por parcela	Espiguetas por espiga	Grãos por espiguetas	Massa de mil grãos	Proteína	Volume de sedimentação	Índice de qualidade ⁽¹⁾	Força de glúten	Rendimento de grãos
	cm		dias	n.º		g			%		
Trigos 4x											
Mexa	82,33	100,33	668,67	17,28	3,04	37,55	14,70	5,92	0,40	256,93	4.344,44
Vitron	85,67	114,00	588,33	22,83	3,39	42,32	14,57	4,47	0,31	159,87	6.202,22
Média	84,00	107,16	628,50	20,05	3,21	39,93	14,63	5,19	0,36	208,40	5.273,33
Trigos 6x											
Yecora	72,67	100,00	897,33	20,57	3,26	33,65	15,30	14,17	0,93	379,53	6.686,66
Cartaya	83,67	108,67	634,33	21,28	3,85	39,36	14,03	8,54	0,61	186,40	6.777,77
Média	78,17	104,33	765,83	20,92	3,56	36,50	14,66	11,36	0,77	282,96	6.732,21
Tritórdeos											
HTC486	106,00	116,67	1069,67	28,36	2,70	24,99	15,97	5,50	0,35	54,77	6.748,88
HTC490	112,67	118,33	1159,33	32,80	2,12	18,16	16,93	9,63	0,57	129,70	4.644,44
HTC227	121,67	129,33	1009,54	29,70	2,00	19,76	16,94	6,51	0,38	48,04	3.923,15
Média	113,45	121,44	1079,51	30,29	2,27	20,97	16,61	7,21	0,43	77,50	4.872,16
Triticales											
Porsas	121,33	95,67	633,00	30,14	2,54	43,61	13,57	4,50	0,33	47,37	8.388,88
Daman	119,00	94,00	626,33	27,84	3,47	34,75	12,50	4,75	0,38	34,07	6.993,33
Mont.	95,33	94,33	544,67	25,70	3,33	37,25	14,43	6,53	0,45	72,80	5.768,88
Trujillo	135,33	99,67	664,00	29,87	2,95	42,10	12,43	5,58	0,45	73,53	8.164,44
Média	117,75	95,92	617,00	28,39	3,07	39,43	13,23	5,34	0,40	56,94	7.329,63

⁽¹⁾ Medido pela relação volume de sedimentação (mL) e teor de proteína (%).

Quadro 3. Contrastes significativos, a 95% de probabilidade, obtidos da análise das diferenças entre médias de tratamentos cultivados em 1996 em Córdoba, Espanha

Contraste	Altura de planta	Ciclo	Espigas por parcela	Espiguetas por espiga	Grãos por espiga	Massa de mil grãos	Proteína	Volume de sedimentação	Índice de qualidade ⁽¹⁾	Força de glúten	Rendimento de grãos
	cm	dias		n.º		g	%	mL	n.º	10 ⁻⁴ J	kg.ha ⁻¹
Tritórdeos vs. trigos 6x	211,67	102,67	-	56,16	-7,66	-93,23	11,73	-24,85	-2,01	-1232,78	-
Tritórdeos vs. trigos 4x	176,67	85,67	2.706,09	61,37	-	-113,81	11,93	12,11	-	-785,38	-
Tritórdeos vs. trigos	388,33	188,33	4.588,18	117,53	-13,28	-207,04	23,66	-	-1,56	-2018,16	-
Tritórdeos vs. triticales	-	306,33	5.550,18	-	-	-221,51	40,66	22,47	-	-	-26.680,68
Tritórdeos vs. trigo duro 4x Mexa	93,33	63,33	-	39,01	-	-49,76	-	-	-	538,29	-
Tritórdeos vs. trigo duro 4x Vitron	83,33	22,33	1.473,54	22,35	-	-64,05	6,16	8,22	0,37	-247,09	-
Tritórdeos vs. trigo 6x Yecora	122,33	64,33	-	29,14	-	-38,04	-	-20,86	-1,48	-906,09	-
Tritórdeos vs. trigo 6x Cartaya	89,33	38,33	1.335,54	27,02	-4,71	-55,19	7,76	-	-0,53	-326,69	-
Tritórdeos vs. triticales Porsas	-	77,33	1.339,54	-	-	-67,92	9,16	8,14	-	-	-9.850,17
Tritórdeos vs. triticales Daman	-	82,33	1.359,54	-	-	-41,34	12,36	7,39	-	-	-
Tritórdeos vs. triticales Montanchez	54,33	81,33	1.604,54	-	-	-48,85	6,56	-	-	-	-
Tritórdeos vs. triticales Trujillo	-65,67	65,33	-	-	-	-63,40	12,56	-	-	-	-
HTC227 vs. (HTC486 + HTC490)	24,67	23,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HTC486 vs. HTC490	-	-	-	-	-	-	-	-4,12	-0,22	-	-

⁽¹⁾ Medido pela relação volume de sedimentação (mL) e teor de proteína (%).

Quadro 4. Coeficientes de correlação linear simples⁽¹⁾ entre os caracteres de rendimento avaliados em tritórdeo, trigo, trigo duro e triticales em 1996 em Córdoba, Espanha.

	Grãos por espiga (GE)	Massa de mil grãos (PM)	Massa de espiga (PE)	Espiguetas por espiga (EE)	Grãos por espiguetas (GT)	Espigas por parcela (EP)	Rendimento de grãos (RG)
TRIGO							
GE	-	0,32	0,84*	0,18	0,91*	-0,66	0,17
PM	0,32	-	0,78	0,40	0,17	-0,68	-0,09
PE	0,84*	0,78	-	0,33	0,70	-0,83*	0,06
EE	0,18	0,40	0,33	-	-0,25	-0,38	-0,18
GT	0,91*	0,17	0,70	-0,25	-	-0,50	0,25
EP	-0,66	-0,68	-0,83*	-0,38	-0,50	-	0,51
RD	0,17	-0,09	0,06	-0,18	0,25	0,51	-
TRIGO DURO							
GE	-	0,05	0,89*	0,91*	0,86*	-0,58	0,67
PM	0,05	-	0,49	0,38	-0,39	0,26	0,63
PE	0,89*	0,49	-	0,97**	0,56	-0,40	0,87*
EE	0,91*	0,38	0,97**	-	0,57	-0,49	0,80
GT	0,86*	-0,39	0,56	0,57	-	-0,62	0,31
EP	-0,58	0,26	-0,40	-0,49	-0,62	-	0,10
RD	0,67	0,63	0,87*	0,80	0,31	0,10	-
TRITÓRDEO							
GE	-	-0,19	0,36	-0,45	0,92**	-0,14	0,39
PM	-0,19	-	0,84*	-0,51	0,09	-0,52	0,56
PE	0,36	0,84*	-	-0,73	0,59	-0,54	0,77
EE	-0,45	-0,51	-0,73	-	-0,77	0,41	-0,50
GT	0,92**	0,09	0,59	-0,77	-	-0,29	0,50
EP	-0,14	-0,52	-0,54	0,41	-0,29	-	0,11
RD	0,39	0,56	0,77	-0,50	0,50	0,12	-
TRITICALE							
GE	-	-0,91**	-0,53	-0,18	0,91**	0,22	-0,14
PM	-0,91**	-	0,80**	0,49	-0,95**	-0,05	0,41
PE	-0,53	0,80**	-	0,84**	-0,79**	0,27	0,75**
EE	-0,18	0,49	0,84**	-	-0,58*	0,63*	0,90**
GT	0,91**	-0,95**	-0,79**	-0,58*	-	-0,10	-0,51
EP	0,22	-0,05	0,27	0,63*	-0,10	-	0,84**
RD	-0,14	0,41	0,75**	0,90**	-0,51	0,84**	-
GERAL (TODAS AS ESPÉCIES)							
GE	-	-0,19	0,48**	0,38*	0,54**	-0,24	0,45*
PM	-0,19	-	0,75**	-0,12	-0,07	-0,61**	0,44*
PE	0,48**	0,75**	-	0,10	0,33	-0,75**	0,68**
EE	0,38*	-0,12	0,10	-	-0,56**	0,34	0,34
GT	0,54**	-0,07	0,33	-0,56**	-	-0,50**	0,08
EP	-0,24	-0,61**	-0,75**	0,34	-0,50**	-	-0,07
RD	0,45*	0,44*	0,68**	0,34	0,08	-0,07	-

(¹) Coeficientes de correlação seguidos por * e ** são estatisticamente significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

O conjunto de resultados indicou certo potencial de cultivo para o novo cereal, sugerindo a possibilidade de desenvolvimento e obtenção de variedades com rendimento satisfatório e razoável qualidade panificadora. Por outro lado, as deficiências apresentadas pelos tritordeos são compreensíveis, especialmente por se tratar de uma espécie nova e ainda pouco melhorada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, J. B.; BALLESTEROS, J.; ARRIAGA, H. O.; MARTÍN, L. M. The rheological properties and baking performances of flours from hexaploid tritordeums. *Journal of Cereal Science*, Cambridge, v. 21, p. 291-299, 1995.
- CRUZ, C. D. *Programa GENES: aplicativo computacional em Genética e Estatística*. Viçosa: UFV, 1997. 442p.
- CUBERO, J. I.; MARTIN, A.; MILLAN, T.; CABRERA, A.; DE HARO, A. Tritordeum: a new allopolyploid of potential importance as a protein source crop. *Crop Science*, Madison, v.26, p.1186-1190, 1986.
- FARIDI, H. A.; RASPER, V. F.; LAUNAY, B. *The alveograph handbook*. St. Paul: The American Association of Cereal Chemists, 1987. 56p.
- FEIL, B. Breeding progress in small grain cereals: a comparison of old and modern cultivars. *Plant Breeding*, Berlin, v.108, p.1-11, 1992.
- MARTIN, A.; MARTINEZ-ARAQUE, C.; RUBIALES, D.; BALLESTEROS, J. Tritordeum: Triticale's new brother cereal. In: GUEDES PINTO, H.; DARVEY, N.; CARNIDE, V. (Eds.). *Triticale: today and tomorrow*. Dordrecht: Kluwer, 1996. p.57-72.
- MARTIN, A.; SANCHEZ-MONGE LAGUNA, E. Cytology and morphology of the amphiploid *Hordeum chilense* x *Triticum turgidum* conv. *durum*. *Euphytica*, Dordrecht, v.31, p.261-267, 1982.
- PEÑA, R. J.; AMAYA, A. Rapid estimation of gluten quantity in bread wheat, durum wheat and triticale using the sodium dodecyl sulfate (SDS): sedimentation test. Mexico, DF: International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), 1985. 5p.
- SCHEFFE, H. A method for judging all contrasts in the analysis of variance. *Biometrika*, Oxford, v.40, p.87-104, 1953.
- TAKEDA, K.; FREY, K. J. Simultaneous selection for grain yield and protein percentage in backcross populations from *Avena sterilis* x *Avena sativa* matings by using the independent culling levels procedure. *Theoretical and Applied Genetics*, Berlin, v.69, p.375-382, 1985.
- WILLIAMS, P.; EL-HARAMEIN, F. J.; NAKKOUL, H.; RIHANI, S. 1988. *Crop quality evaluation*. Methods and guidelines. Aleppo, Syria: ICARDA, 1988. 145p. (Technical Manual, 14)