

# MELHORAMENTO DO TRITICALE

---

Augusto Carlos Baier<sup>1</sup>

---

○ tritcale é o produto de um século de sonhos e de quarenta anos de perseguição ao quase impossível. É uma cultura robusta, que poderá contribuir mais para a agricultura do futuro do que no passado. Num futuro imediato, as condições ecológicas, biológicas, tecnológicas, econômicas e sociais parecem estar mais expostas a mudanças que em qualquer período anterior. Para fazer frente a estas mudanças, o mundo necessitará, mais que nunca, de culturas adaptáveis. Estabilidade de rendimento em condições variáveis pode ser mais importante que rendimentos elevados em condições favoráveis (National..., 1989).

## CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA

O tritcale - híbrido interespecífico entre os gêneros *Triticum* spp. L. e centeio *Secale cereale* L. - integra a família *Gramineae*, a

---

<sup>1</sup> Eng.-Agrônomo, M.S., Dr.-Agr., Pesquisador da Embrapa Trigo, Cx. Postal 569, 99001-970 Passo Fundo RS- E-mail: baier@cnpt.embrapa.br

subfamília *Pooideae*, a tribo *Triticeae* e a subtribo *Triticineae*. Varughese et al. (1996) relatam que apenas o triticales hexaplóide apresenta potencial agrônômico imediato. Com base em vários autores, propõem que seja mantida a designação notogenérica *X Triticosecale* Wittmack.

Considerando as particularidades de cada nível de ploidia e o potencial agrônômico, Mac Key (1991) propõe classificar o triticales como parte do gênero *Triticum*. Cruzamentos de trigo comum (hexaplóide) (*T. aestivum* L.) com centeio (*Secale cereale* L.) produzem triticales octoplóides, com 28 pares de cromossomos (21 do trigo, 7 do genoma "A", 7 do genoma "B" e 7 do genoma "D", mais os 7 do genoma "R" do centeio), para os quais sugere a designação *T. rimpai* (Wittm.) MK ( $8x=56$ , AABBDDRR). Cruzamentos de trigo tetraplóide (*T. turgidum* L.) com centeio produzem triticales hexaplóides com 21 pares de cromossomos (7 do genoma "A", 7 do genoma "B" e 7 do genoma "R"), denominados *T. turgidocereale* Kiss ( $6x=42$ , AABRRR). Para obter triticales tetraplóides (7 cromossomas dos genomas "A" ou "B" e 7 do genoma "R"), cruzou-se trigo diplóide (*T. monococum* L.) com centeio, estes, entretanto, foram inviáveis. Krolow (1984) propõe que, por retrocruzamentos dos triticales tetraplóides inférteis primários ou centeio com triticales hexaplóides, seguidos de seleção, poder-se-iam obter indivíduos férteis que combinam 7 pares dos genomas "A" e, ou, "B" com os 7 pares do centeio. Mac Key (1991) sugere que estes sejam denominados *T. krolowi* Mac Key ( $4x=28$ , ({AB}{AB} RR).

Os triticales primários são aqueles obtidos diretamente de cruzamentos entre trigo e centeio, enquanto os secundários são derivativos estáveis de cruzamentos entre primários (tetraplóides ou octoplóides) e destes com trigo, com centeio ou com outros secundários. Nem todos os triticales hexaplóides contêm todos os cromossomas de centeio, portanto, são designados substituídos quando um ou mais cromossomas de centeio "R" for substituído por cromossomas do genoma "D" do trigo e de completos quando possuem todos os 7 pares de cromossomas do centeio (Royo, 1992; Varughese et al., 1996).

## ORIGEM

O triticales é uma cultura sintetizada, concebida com o propósito de combinar o melhor de seus ancestrais - trigo e centeio -, que pode contribuir para reduzir a deficiência de alimentos para a Humanidade.

Espera-se obter progressos genéticos maiores em relação aos outros cereais, tanto para solos pobres e marginais como para os mais férteis. Entre 1990 e 1994, a área cultivada com triticale no mundo duplicou (Qualset e Guedes-Pinto, 1996).

As características desejáveis das espécies originárias do triticale e que se espera poder combinar são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Características desejáveis das espécies originárias do triticale

Trigo	Centeio
Potencial de rendimento	espiga grande com muitos grãos
Grãos bem formados	alta produção de biomassa
Alto índice de colheita	crescimento em baixas temperaturas
Capacidade de perfilhamento	resistência ao frio
Baixa estatura	tolerância à seca
Resistência à germinação pré-colheita	resistência a doenças
Grãos com elevado valor energético	grão com elevado teor de lisina

Fonte: Semundo, 1994.

Nas condições edafoclimáticas do Brasil ainda devem ser consideradas importantes a possibilidade de transferir a elevada resistência do centeio a solos ácidos, sua capacidade de emitir raízes profundas e a estabilidade de rendimento. O desafio para os melhoristas é selecionar cultivares de triticale que expressem o maior número de características genéticas desejáveis de ambas as espécies que lhe deram origem.

O primeiro triticale estéril foi descrito por Wilson, em 1875, enquanto a primeira planta fértil foi obtida por Rimpau há mais de um século. A obtenção de milhares de híbridos de trigo e centeio na Estação Experimental de Saratov, na Rússia, em 1918, motivou um trabalho que se estendeu por 16 anos. A descoberta da colchicina, alcalóide extraído de *Colchicum autumnale*, como agente indutor da duplicação dos cromossomas e a demonstração da possibilidade da obtenção de triticales hexaplóides a partir do cruzamento de *T. turgidum* var. *durum* com centeio foram marcos importantes no desenvolvimento da pesquisa com triticale. Se a pesquisa tivesse se limitado aos octoplóides, o desenvolvimento agrônômico do triticale não teria ocorrido (Varughese et al., 1996).

Impulso importante à pesquisa de triticale foi dado a partir de 1966, com a cooperação entre o CIMMYT - Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo, no México, e o programa de

melhoramento de triticales desenvolvido na Universidade de Manitoba, no Canadá. O trabalho desenvolvido no México e no Canadá, com três ciclos de seleção anuais e dispersão do germoplasma através dos Ensaio Internacionais, resultou em progresso acentuado, bem como em sua rápida dispersão por muitos países do mundo (Varughese et al., 1987).

## DOMESTICAÇÃO E DISPERSÃO

Os primeiros triticales hexaplóides recomendados para cultivo foram 'Rosner', no Canadá, em 1969 (Krolow, 1984), e 'Cachirulo' na Espanha, em 1969 (Jouve e Soler, 1996). Seguiram-se recomendações de cultivares na Hungria, na França, na Polônia e na USSR. As informações prestadas por pesquisadores chineses que participaram dos simpósios indicam que naquele país se cultivam principalmente triticales octoplóides. Polônia e França foram os primeiros países a cultivar triticales de inverno em extensões maiores. Recentemente observou-se uma ampliação da área cultivada em diversos países (Quadro 2).

Quadro 2 - Evolução das áreas cultivadas com triticales no período de 1986 a 1996 e a produção bruta em 1996, em diversos países

País	Áreas cultivadas					Produção	
	1986	1990	1994	1996	1998	1996	1998
	----- 1 000 ha -----					-- 1 000 t --	
Austrália	160	100	150	300	228	522	460
Alemanha	30	62	230	290	467	1.800	2.764
Brasil	5	40	90	110	100	230	200
Espanha	30	80	65	50	30	69	61
Estados Unidos	60	200	250	-	-	-	-
França	300	150	168	200	228	993	1.206
Polônia	250	750	700	600	630	2.000	2.105
Mundo	962	1.829	1.960	2.535	2.624	6.635	8.993

Fonte: Participantes dos Simpósios de Passo Fundo, em 1990, de Lisboa, em 1994, e FAO, 1997 e 1999.

O triticales cultivado na Austrália e na Espanha é de ciclo intermediário ou longo, visando, principalmente, ao duplo aproveitamento, isto é, pastoreio e colheita de grãos forrageiros. Na Alemanha e na Polônia, o triticales é cultivado para a produção de grãos forrageiros para aves e suínos em áreas que antes eram ocupadas com centeio. Na França, o triticales é cultivado numa região montanhosa com solo pedregoso e clima seco e frio, especialmente

para a produção de forragem verde, feno e silagem da planta adulta para a alimentação de bovinos leiteiros. Nos Estados Unidos, podem-se destacar três regiões, com características distintas, onde o triticale é cultivado: a região sudeste, com aproveitamento duplo (pastoreio e grão), as grandes planícies (produção de grãos em solos marginais, por excesso de acidez ou por deficiência hídrica) e a região noroeste (cultivo em solos alcalinos e pelo elevado valor da lisina em seu grão) (National..., 1989).

O programa de pesquisa de triticales de primavera mais dinâmico e importante desenvolve-se no CIMMYT, que seleciona e distribui germoplasma para todo o mundo. Cultivares recomendados na Espanha, nos Estados Unidos, na Austrália e em todo o mundo em desenvolvimento foram selecionados por esse programa. Todos os cultivares recomendados para cultivo no Brasil foram selecionados e avaliados em ensaios de rendimento em coleções provenientes do CIMMYT. Vários centros de pesquisa na Polônia desenvolvem o que há de melhor em triticale de inverno, pois seus cultivares são registrados e cultivados na Alemanha, na França, na Inglaterra e em outros países em menor escala.

No Brasil, objetivou-se produzir triticale como substituto do trigo para a alimentação humana até 1990. Argumentava-se que, sendo difícil produzir trigo, em razão das condições edafoclimáticas adversas, o triticale poderia ser um substituto mais rústico. A indústria moageira, entretanto, o rejeitou pelos grãos malformados e porque as características moageiras requeriam mudanças no sistema usual de panificação adotado no Brasil. A partir de 1991, com a cooperação da agroindústria de processamento de subprodutos de aves e suínos, o programa de pesquisa de triticale da Embrapa Trigo foi reorientado para o fomento do triticale, visando sua utilização na alimentação de suínos, de aves e de bovinos, para regiões onde predominam a agricultura familiar que integra cultivo de grãos e criação de animais. Esta opção apresenta elevado potencial ecológico, social e econômico, pois nessa região tem-se dificuldade de ampliar a criação por causa da deficiência de alimentos, por serem os solos no inverno subaproveitados e sujeitos à erosão e porque, no final da entressafra do milho, o preço deste se eleva muito na média dos anos (Baier et al., 1994).

No Quadro 3, observa-se a evolução das áreas cultivadas e das produções de triticale nos três estados do Sul do Brasil.

Quadro 3 - Evolução recente da área cultivada (1.000 ha) com triticale e da produção (1.000 t) na Região Sul do Brasil

Anos	Rio Grande do Sul		Santa Catarina		Paraná	
	Área	Produção	Área	Produção	Área	Produção
88-91	4,8	7,8	-	-	23,8	38,7
1992	10,0	21,5	-	-	36,5	64,0
1993	22,3	38,3	-	-	25,1	48,2
1994	41,5	64,4	8,5	15,8	29,5	59,9
1995	35,3	47,1	8,2	16,3	48,8	95,4
1996	41,4	67,8	21,2	32,7	47,7	128,7
1997	35,0	44,7	3,1	5,1	57,2	120,0
1998	25,0	42,8	3,1	5,5	61,3	151,0

Fonte: IBGE no RS e em SC; DERAL no PR.

## GERMOPLASMA

A pesquisa com triticales tetraplóides restringe-se a estudos básicos sobre sua cruzabilidade e estabilidade cromossômicas em relação aos genomas "A" e "B" (Krolow, 1984). A relevância deste trabalho é o estudo básico da expressão genética dos genes das espécies parentais na nova espécie. A obtenção de triticales octoplóides é influenciada pelos genes de cruzabilidade com o centeio, Kr1 e Kr2, localizados nos cromossomas 5A e 5B dos trigos hexaplóides. Trigos que apresentam baixa cruzabilidade possuem a combinação Kr1Kr1e Kr2Kr2; os que apresentam uma cruzabilidade média, as combinações dominante/recessivo ou recessivo/dominante; e os que apresentam boa cruzabilidade, a combinação recessiva kr1kr1e kr2kr2 (Krolow, 1984). Como os cultivares de trigo do Brasil apresentam baixa cruzabilidade, estes provavelmente possuem os alelos dominantes Kr1 e Kr2. Os triticales octoplóides não são cultivados em áreas expressivas em nenhuma parte do mundo. No Quadro 4, observa-se o resultado da hibridação entre trigos e centeios em 1996, quando em nenhum dos cruzamentos com trigos brasileiros foi possível obter novos octoplóides. As linhagens IPF são do programa de trigo para duplo propósito e vieram do sul dos Estados Unidos.

Desde 1980, na Embrapa Trigo foram desenvolvidos e estudados triticales octoplóides, obtidos a partir de cruzamentos entre trigos e centeios nacionais, que apresentavam estabilidade fenotípica. Observam-se, no Quadro 5, algumas características do material obtido no Brasil, quais sejam: peso do hectolitro, índice de queda e poder germinativo baixos, estatura alta, variabilidade de resistência às manchas foliares e à ferrugem da folha.

Quadro 4 - Número de espigas emasculadas e polinizadas em cada cruzamento entre genótipos de trigo e 'Centeio BR 1', bem como sementes produzidas em 1995, plantas de sementes viáveis transplantadas para o berçário, plantas que sobreviveram ao tratamento com colchicina em 1996 e plantas de novos octoplóides colhidos que produziram semente

Trigo	Espigas	Sementes	Transpl.	Colchicina	Colhidas
Industrial	10	15	6	5	0
Embrapa 16	10	15	4	3	0
Alegrete	10	3	0	0	0
Camacrânia	10	8	2	1	0
Colônias	10	11	0	0	0
Colônias 55	10	11	0	0	0
Jesuíta	10	8	2	2	0
PG 1	10	1	0	0	0
IPF 41004	10	251	137	123	48
IPF 37379	10	183	45	39	9
IPF 55204	10	130	22	13	5

O desenvolvimento de triticales octoplóides a partir de trigos e centeio do Brasil apresenta pouca perspectiva de obtenção de cultivares de forma direta, porém é importante para ampliar a variabilidade genética e para introduzir características do germoplasma de trigo e centeio para adaptação às condições edafoclimáticas do País, como a resistência ao solo ácido e às manchas foliares de 'BH 1146' ou 'IAC 5', ou a resistência à germinação pré-colheita de 'Frontana'. No Quadro 5 pode-se observar que octoplóides descendentes de IAC 5 e de IAC 17 apresentam nota 2 para as manchas foliares, enquanto outros são suscetíveis. Alguns também apresentaram resistência à ferrugem da folha.

Os octoplóides brasileiros foram cruzados e retrocruzados com triticales hexaplóides introduzidos e adaptados, visando transferir características do germoplasma brasileiro. Os genótipos obtidos combinam características favoráveis, mas ainda não possibilitaram a obtenção de material que pudesse ser recomendado para cultivo.

O centro de germoplasma de triticales de primavera mais importante é o CIMMYT, que mantém uma coleção com aproximadamente 15.000 acessos de triticales primários e secundários de primavera, intermediários e de inverno, e também desenvolve uma parceria dinâmica com diversos programas de melhoramento do mundo e do Brasil (Skovmand et al., 1996). Programas de melhoramento de triticales de Portugal, da Espanha, dos Estados Unidos, do Chile e da Austrália têm fornecido cultivares de ciclo

Quadro 5 - Algumas características (PH = peso do hectolitro, IQ = índice de queda, em segundos, Est = estatura, MF = manchas foliares, Ffo = ferrugem da folha e PG = poder germinativo) observadas em 1996, em octoplóides obtidos na Embrapa Trigo, de cruzamentos entre trigos e centeios brasileiros

Octoplóide	Genealogia	PH kg hL	IQ Seg	Est cm	MF 1-9	Ffo 1-9	PG %
Octo 23	BH 1146/Centeio Branco de São Paulo	50	64	130	-	-	40
Octo 44	BH 1146*5/RL4137//Centeio Júlio de Castilhos	49	113	125	5	4	76
Octo 50	IAC 5/Centeio BR 1	52	62	125	4	3	45
Octo 51	IAC 17/Centeio BR 1	56	69	120	2	1	60
Octo 52	CNT 1/Centeio BR 1	57	81	110	4	0	54
Octo 53	IAC 5*5/RL4137//Centeio Júlio de Castilhos	52	122	130	6	7	64
Octo 54	IAC 5*5/RL4137//Centeio Júlio de Castilhos	56	67	115	2	0	44
Octo 56	PF 81191/Centeio São Mateus	56	67	115	4	0	57
Octo 60	C 7924/Centeio Boller	48	104	125	5	0	58
Octo 64	Jacui/Centeio BR 1	49	71	120	5	0	66
Octo 92-6	Trigo BR 43/Centeio BR 1	62	105	105	3	8	55
Octo 93-3	Trigo BR 35/Centeio BR 1	58	62	110	3	0	56

intermediário entre os de primavera e de inverno. Os triticales de inverno recebidos no Brasil originaram-se de centros de pesquisa da Polônia, da Romênia, da França, da Alemanha, dos Estados Unidos, da China e da Rússia. No Brasil, um banco ativo de germoplasma de triticales é mantido na Embrapa Trigo, enquanto o Cenargen mantém a conservação a longo prazo. Ambos os programas têm interesse em parcerias, visando ao desenvolvimento e ao estudo do triticales no Brasil.

Os materiais hexaplóides disponíveis nos programas de melhoramento no Brasil de forma geral caracterizam-se pela rusticidade e pela resistência ao acamamento, aos solos ácidos e às doenças biotróficas dos cereais de inverno. Morfológicamente, o triticales é intermediário entre o trigo e o centeios, sendo mais semelhante ao trigo. As espigas podem apresentar de 20 a 30 espiguetas com três ou mais grãos. Os cultivares recomendados para cultivo no Brasil são aristados e apresentam glumas pilosas e claras. Os grãos de triticales apresentam diâmetro maior que os do centeios e são mais longos que os do trigo.

## ○ MELHORAMENTO NO BRASIL

O melhoramento de triticales, no Brasil, foi desenvolvido, de forma sistemática, a partir de 1976, em diversos centros, como a

Embrapa Trigo, em Passo Fundo, a FECOTRIGO-FUNDACEP, em Cruz Alta, o Instituto Agrônômico do Paraná, em Londrina e em Ponta Grossa, a OCEPAR-COODETEC, em Cascavel, e o Instituto Agrônômico de Campinas, em São Paulo. Estas entidades mantêm parcerias entre si e com outras entidades de pesquisa aplicada, promovendo a avaliação dos genótipos selecionados nas principais regiões edafoclimáticas do Sul do Brasil. Através da seleção em germoplasma proveniente do CIMMYT e da adaptação a sistemas de cultivo foi possível recomendar cultivares que apresentam elevado potencial de rendimento e resistência à acidez do solo e às doenças biotróficas - oídio, ferrugem, manchas foliares (Baier et al., 1994).

A cada dois anos, os pesquisadores e agentes da assistência técnica interessados em triticale, no Brasil, reúnem-se para rever as recomendações de cultivo e para recomendar cultivares que apresentam potencial de rendimento e outras características favoráveis, baseados nos resultados do Ensaio Brasileiro de Triticale, conduzido em mais de 15 locais no Brasil, e do Ensaio Estadual de Linhagens de Triticale no Paraná.

São recomendados para cultivo, no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, BRS 53, BRS 148, CEP 22-Botucaraí, CEP 23-Tatu, CEP 25-Irapuá, CEP 28-Guará, EMBRAPA 17, EMBRAPA 18, IAPAR 23-Arapoti, IAPAR 54-OCEPAR 4, Triticale BR 2 e Triticale BR 4. No Paraná, são recomendados BRS 53, BRS 148, IAPAR 23-Arapoti, IAPAR 54-OCEPAR 4, OCEPAR 3 e CEP 25-Irapuá. Esses cultivares são hexaplóides, contendo os genomas completos "A", "B" e "R". Cultivares mais antigos - Triticale BR 1, Triticale BR 2, CEP 18 - são substituídos, pois o cromossoma 2R está ausente e, em seu lugar, encontra-se o cromossoma 2D do trigo (Baier, 1996). Essa substituição foi favorecida no programa de melhoramento do CIMMYT por algum tempo, pois no cromossoma "2D" estão genes de nanismo e de insensibilidade a fotoperíodo.

O triticale é considerado tolerante à acidez nociva do solo, causada especialmente pelo  $Al^{+++}$ . Avaliações de campo indicaram que a maioria dos cultivares recomendados no Brasil apresenta tolerância comparável à dos trigos IAC 5 e BH 1146, um pouco abaixo do nível de tolerância de Centeio BR 1, embora alguns genótipos apresentem uma tolerância apenas moderada, comparável à de Trigo BR 23 (Sousa e Baier, 1996). A avaliação das raízes em solução nutritiva, contendo diferentes níveis de  $Al^{+++}$ , indicou que os genótipos mais recentes, com todos os cromossomas de centeio, apresentaram redução menor que os triticales mais antigos, como Triticale BR 1, quando o teor de  $Al^{+++}$  foi aumentado até  $4 \text{ mg Al L}^{-1}$  (Baier et al., 1996).

Os locais indicados no Quadro 6 são representativos da região em que o triticale apresenta boa adaptação e potencial de rendimento. Observa-se um ganho no rendimento dos cultivares mais recentes, em comparação com Triticale BR 1 e com Trigo BR 23. Os rendimentos de Passo Fundo indicam que, mesmo que o triticale seja tolerante ao alumínio e ao solo ácido, há uma depressão expressiva no rendimento em solo muito ácido.

Quadro 6 - Rendimento médio (kg/ha), no período de 1992 a 1995, em Passo Fundo, em solo com e sem alumínio tóxico e em locais selecionados, de alguns cultivares de triticale, recomendados para RS, SC e PR

Cultivares	Rio Grande do Sul		Paraná		
	Passo Fundo s/Al	c/Al	Cruz Alta	Ponta Grossa	Cascavel
Triticale BR 1	2801	1438	2726	2228	3496
Triticale BR 4	3875	2059	3152	3162	4703
Embrapa 18	3795	2200	2910	3640	4547
CEP 23	3874	2045	3177	3308	4615
CEP 25	3492	2419	3124	3815	4792
Arapoti	3413	2543	2971	3946	4983
IAPAR 54	3392	2447	3186	3561	4395
Trigo BR 23	2864	1672	2 507	2357	3103

\* Resultados obtidos por Luiz H. Svoboda, FUNDACEP, em Cruz Alta; por Avahy C. da Silva, IAPAR, em Ponta Grossa; e por Francisco Franco, COODETEC, em Cascavel.

## POSSÍVEIS OBJETIVOS DO MELHORAMENTO

O melhoramento de triticale tem sido realizado para a obtenção de triticales de ciclo curto, insensíveis ao fotoperíodo com elevado potencial de produção de grãos. Os programas de melhoramento têm enfatizado a seleção para rendimento de grãos e para tipos precoces. Entretanto, demandas do sistema produtivo têm indicado que há espaço aberto para outros tipos de plantas, como cultivares de ciclo mais longo, cuja semeadura pode ser antecipada, visando à cobertura do solo por um período mais longo e o duplo aproveitamento (forragem verde e grãos). Os resultados de um experimento conduzido em 1996 (Quadro 7) indicam que alguns cultivares apresentam potencial para produzir forragem verde e grãos no rebrote.

Devem ser considerados prioritários melhorar a qualidade e o enchimento dos grãos, aumentar a resistência à germinação pré-colheita e às doenças, especialmente à giberela, e diminuir a instabilidade genética, mantendo ou aumentando o potencial de

Quadro 7 - Produção de forragem verde (t/ha de matéria seca) e de grãos (t/ha de grãos com 13 % de umidade) em Passo Fundo, em Santa Rosa e em Guarapuava, em 1996

Genótipos	Passo Fundo		Guarapuava		Santa Rosa	
	Forragem	Grão	Forragem	Grão	Forragem	Grão
Arapoti	1,77	3,60	1,21	5,63	1,99	1,46
Trit BR 4	1,60	3,58	0,95	5,77	1,56	1,62
Embrapa 53	2,01	3,16	1,43	4,91	2,07	1,26
PFT 215	1,18	4,35	0,91	6,35	1,14	1,88
PFT 408	1,37	3,52	1,08	4,29	1,14	2,74
Embrapa 16	1,26	3,13	0,84	5,04	1,07	2,49
Centeio BR 1	2,20	2,75	1,70	2,67	1,60	1,15

\* Resultados fornecidos por Itacir Sandini, Agrária, Entre Rios; e por Milton Racho, COPERMIL, Santa Rosa.

rendimento, a rusticidade e a resistência às doenças biotróficas presentes nos cultivares mais recentes. O germoplasma disponível apresenta alto potencial de rendimento, espigas grandes com muitos grãos, mas o enchimento dos grãos é deficiente, especialmente em anos com condições climáticas adversas - pluviosidade e umidade do ar elevados, baixa luminosidade - no final do ciclo. A melhoria da qualidade do triticale para alimentação humana e animal é importante para ampliar o seu mercado (Baier e Gustafson, 1996).

No Quadro 8 são apresentados resultados de análises químicas do endosperma de milho, trigo e triticale. Observa-se que o triticale possui menor energia em relação ao milho e ao trigo. A proteína no trigo e no triticale é superior àquela contida no milho, enquanto o teor de gordura é maior no milho. A presença de tanino em trigo e triticale pode ter influências adversas de acordo com o uso da ração.

A germinação pré-colheita é intensa em triticale e compromete a qualidade da semente e do valor nutricional do grão. Umidade elevada ou chuvas após a maturação fisiológica propiciam o início do processo de germinação dos grãos na espiga de cultivares que não apresentam resistência genética. Programas de melhoramento em vários países têm procurado, sem sucesso, selecionar genótipos mais resistentes. Em cultivares de trigo antigos do Sul do Brasil, genes de resistência foram identificados e usados em programas de melhoramento de muitos países. O centeio de forma geral é conhecido por sua propensão à germinação pré-colheita. Para superar a propensão à germinação pré-colheita, populações introduzidas de triticale e genótipos derivados de trigos e centeios brasileiros foram selecionados por muitos ciclos sucessivos, sem que fossem identificados genótipos que apresentassem resistência satisfatória. Linhagens provenientes de cruzamentos de trigos e centeios

Quadro 8 - Média de energia bruta (EB), matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), cálcio (Ca), fósforo (P) e tanino em cinco cultivares de triticale e dois cultivares de trigo, comparada com médias do milho

Cultivar	EB	MS	PB	EE	FB	Ca	P	Tanino
	Kcal/kg	%						
Milho								
Média	3950	87,5	8,68	3,84	2,17	0,040	0,260	-
Trigo								
BR 23	3904	89,4	11,84	1,59	2,57	0,036	0,338	0,55
BR 32	3852	89,1	12,68	1,52	2,53	0,035	0,330	0,39
Triticale								
BR 1	3833	89,0	12,15	1,35	2,89	0,032	0,403	0,38
BR 4	3823	89,1	11,56	1,38	2,73	0,032	0,368	0,41
EMBRAPA 18	3849	89,0	10,87	1,53	2,52	0,028	0,351	0,46
CEP 22	3860	89,2	11,99	1,36	3,01	0,029	0,369	0,36
Arapoti	3893	89,6	12,37	1,28	2,49	0,023	0,371	0,35

Fonte: Gomes (1992), citado por Baier et al. (1994).

brasileiros com germoplasma introduzido e adaptado, como PFT 406 do Quadro 9, apresentaram propensão menor, porém não suficiente para resolver o problema.

Quadro 9 - Pesos do hectolitro (kg hL) e índices de queda (Hagbergs Falling Numbers, em segundos) observados na coleção de triticale conduzida em Passo Fundo, em 1995 e em 1996

Anos Cultivar	Peso do hectolitro			Índice de queda		
	94	95	96	94	95	96
Trigo						
Embrapa 16 - Centeio	69	75	-	137	360	297
BR 1	64	67	68	218	263	220
Triticale						
BR 1	58	65	68	62	74	-
BR 4	61	65	61	66	63	100
Arapoti	64	66	62	62	62	78
EMBRAPA 18	62	72	58	75	64	85
EMBRAPA 53	60	68	58	75	64	85
PFT 406*	59	65	63	158	115	186

\*Cruzamento de um octoplóide - trigo PF 81191/Centeio Colonial de São Mateus - com um hexaplóide desconhecido.

A fusariose na espiga, causada pela infecção do fungo *Fusarium graminearum* no final do ciclo, é muito destrutiva na maioria dos genótipos recomendados de triticale, causando redução no rendimento, enrugamento dos grãos e produção de micotoxinas. Esta doença também ocorre intensamente, em alguns anos, em trigo e em cevada. A redução de rendimento na maioria dos anos não é muito elevada nos cultivares recomendados. Nos primeiros cultivares de triticale recomendados no Brasil, a suscetibilidade era maior. A

avaliação da resistência é difícil, pois a severidade da doença na espiga depende muito das condições climáticas entre a floração e a maturação. A inoculação na espigueta em floração aumenta a infecção e o dano, entretanto há variações acentuadas, dependendo da condição de umidade e temperatura vigente. O progresso genético obtido pelo melhoramento foi significativo (Quadro 10) (Baier e Piccinini, 1997), entretanto ainda é necessário aumentá-lo mais, pois em anos adversos, como 1996, o dano foi acentuado em muitas lavouras. A resistência de muitos cultivares de triticale às manchas foliares causadas por fungos deve ser considerada suficiente. Centeio BR 1, Triticale BR 4, BRS 53 e PFT 406 e PFT 215 apresentaram níveis aceitáveis de resistência em 1996 (Quadro 10).

Quadro 10 - Intensidade de fusariose em espigas de centeio, trigo e triticale, inoculadas em três épocas, na floração plena, e de manchas foliares (MF) avaliadas em infecção natural, em 1996, em Passo Fundo, no RS

Genótipo	1ª Época	2ª Época	3ª Época	Média	MF
'Centeio BR 1'	5,2*	5,1	4,4	4,9	2,1**
Trigo 'EMBRAPA 16'	4,9	8,3	7,3	6,8	7,6
'Triticale BR 1'	7,9	8,3	5,5	7,1	8,2
'Triticale BR 4'	5,9	5,6	6,4	6,0	3,4
Triticale 'EMBRAPA 53'	6,9	5,1	3,7	5,2	3,6
Triticale 'PFT 406'	5,5	5,9	4,8	5,4	2,1
Triticale 'PFT 215'	5,7	5,1	4,6	5,1	4,0

\* As notas para fusariose representam infecção média de 30 espigas maduras, em cada época, injetadas com 0,01 ml de uma solução, contendo  $6 \times 10^{-5}$  propágulos de *F. graminearum*. 1,0 = altamente resistente, 3,0 = resistente, 5,0 = moderadamente suscetível, 7,0 = suscetível e 9,0 = altamente suscetível. \*\* As manchas foliares correspondem a uma notação em que 1 = altamente resistente e 9 = altamente suscetível.

A estabilidade meiótica também deve ser considerada deficiente e, portanto, merecedora da atenção do melhorista, pois a presença de plantas fora do padrão de cultivares nas lavouras de produção de semente, principalmente mais altas ou parcialmente estéreis, indica que são aneuplóides ou que outros tipos de anormalidade genética podem estar presentes.

## MÉTODOS DE MELHORAMENTO DO TRITICALE

Os programas de melhoramento do Brasil adotam a introdução de germoplasma do CIMMYT como principal método. O programa de desenvolvimento de diversidade de germoplasma de triticale do

CIMMYT é muito dinâmico, pois conduz duas gerações anuais em dois ambientes contrastantes no México. No vale do Yaqui (altitude 30 m, latitude 28°N), no noroeste do México, em condições irrigadas, é possível selecionar efetivamente para elevado potencial de rendimento e para resistência às ferrugens, enquanto no altiplano central, em Toluca (altitude 2.640 m, latitude 19°N), é possível selecionar para outras doenças importantes. Assim, em um período curto, do cruzamento à obtenção de linhas uniformes, são selecionadas linhas insensíveis ao fotoperíodo, com adaptação e resistência amplas para as doenças. Em parceria com instituições das principais regiões produtoras do mundo, este programa planeja as hibridações e a seleção, visando combinar variabilidade genética em ambientes diferentes.

Na Embrapa Trigo, além da introdução, fazem-se hibridações entre material introduzido e adaptado, seguidas de seleção pelo método genealógico por espigas selecionadas, até as gerações F5 ou F6, quando então as linhas selecionadas são avaliadas em coleções e em ensaios preliminares, regionais ou nacionais. A hibridação é feita manualmente pela extirpação das anteras imaturas, cobrindo-se as espigas emasculadas com um envelope de papel-manteiga, polinizando-as 4 a 6 dias mais tarde (Larter e Gustafson, 1980). A metodologia é a mesma adotada para os demais cereais autógamos de inverno nos diversos programas de melhoramento do Brasil. Os cruzamentos com materiais de inverno ou com novos octoplóides, de forma geral, são retrocruzados para os pais hexaplóides adaptados. As plantas F1 de cruzamentos entre trigos e centeios brasileiros devem ser tratadas com colchicina para aumentar a frequência de plantas com o número de cromossomas duplicados, e assim obter mais novos octoplóides (Baier, 1988; Royo, 1992).

Visando a apressar a obtenção de linhas homozigotas no laboratório de biotecnologia da Embrapa Trigo, avaliou-se a metodologia de cultura de anteras usada em trigo. Foram obtidos muitos calos, com baixa regeneração de plantas e muitos albinos, em comparação com os resultados do trigo. Algumas linhagens diaplóides foram avaliadas em campo e apresentaram uma série de características desejáveis. A possibilidade de polinizar espigas emasculadas de triticales com milho, seguido de cultura dos embriões não-fertilizados, está sendo avaliada. Outra metodologia que está sendo avaliada para apressar a obtenção de homozigose é o avanço de geração pelo método do *single seed descent* (SSD).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O triticale tem potencial para ser uma cultura importante para o sistema produtivo do Sul do Brasil. Nesta região, cultivam-se 15 milhões de ha com soja e milho no período que se estende de outubro a abril; durante os meses de abril a outubro, a área aproveitada economicamente é inferior a 5 milhões de ha. Entretanto, somente o tempo dirá quanto dos caracteres positivos de centeio e de trigo se expressará em cultivares de triticale.

Triticais de ciclo mais longo (cuja sementeira seja em abril, imediatamente após a colheita da soja ou do milho, e cuja colheita seja entre setembro e novembro) podem significar um importante aporte para a conservação e o aproveitamento mais racional do solo na região, para melhorar o fluxo da produção de alimentos para os animais - suínos, aves, bovinos de leite, bovinos de corte - e para melhorar o fluxo de caixa dos produtores do Sul do Brasil.

Uma lavoura de triticale na resteva de soja pode aproveitar parte do nitrogênio liberado pelos restos e pelos nódulos nas raízes de soja em decomposição e proteger o solo à medida que se decompõem os restos do cultivo anterior durante os meses de junho e julho, conhecidos pela sua erodibilidade. Pode ser pastoreado em junho e julho - período de deficiência de alimentos para os bovinos no Sul do Brasil -, cortado em setembro ou outubro para ser ensilado ou fenado, ou ainda para ser colhido como grão úmido ou seco, durante o final da entressafra do milho. Na média dos anos, o preço do milho se eleva entre 20 e 30% no final da entressafra em relação aos preços praticados na safra.

O triticale pode ainda significar um importante fator para a diversificação dos cultivos durante o inverno, pois apresenta uma base genética diferente de resistência para as principais doenças dos cereais de inverno. Expansões acentuadas da área cultivada de trigo, aveia ou cevada - cultivos tradicionais para o Sul do Brasil - têm sido acompanhadas de epifitias de doenças específicas destes cultivos.

A superação da alta incidência de fusariose nas espigas e o deficiente enchimento dos grãos e da germinação pré-colheita abrirão ao triticale muitas oportunidades para os sistemas produtivos no Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baier, A.C. 1988. Triticale. In: Baier, A.C., Floss, E.L. e. Aude, M.I. da S. As lavouras de inverno - 1: aveia - centeio - triticale - colza - alpiste. Rio de Janeiro, RJ: Globo.
- Baier, A.C. 1996. Bandeamento-C de cromossomos em triticale e em centeio. Passo Fundo: Embrapa-CNPT. Trabalho apresentado na V Reunião Brasileira de Pesquisa de Triticale. Ponta Grossa, PR.
- Baier, A.C., and E.C. Picinini. 1997. Triticale diseases in southern Brazil. **Triticale Topics**, 15:8-10.
- Baier, A.C., and J.P. Gustafson. 1996. Breeding strategies for triticale. In: Guedes-Pinto, H. Darvey N. and Carnide, V.P (ed.). **Triticale: today and tomorrow**. Kluwer, Dordrecht. (Developmens in Plant Breeding, 5). p. 563-569.
- Baier, A.C., Nedel, J.L., Reis, E.M. e Wiethölter, S. 1994. **Triticale: cultivo e aproveitamento**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT. 72p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 19).
- Baier, A.C., Somers, D.J. and Gustafson, J.P. 1996. Aluminum tolerance in triticale, wheat and rye. p. 437-444. In: Guedes-Pinto, H., Darvey, N. and Carnide, V.P. (ed.). **Triticale: today and tomorrow**. Kluwer, Dordrecht. (Developmens in Plant Breeding, 5).
- Jouve, N., and Soler, C. 1996. Triticale genomic and chromosomes' history. In Guedes-Pinto, H., Darvey, N. and Carnide, V.P (ed.). **Triticale: today and tomorrow**. Kluwer, Dordrecht. (Developmens in Plant Breeding, 5). p. 91-118.
- Larter, E.N., and J.P. Gustafson. 1980. Triticale. In: Fehr, W.R and Hadley, H.H. (ed.). **Hybridization of crop plants.**, Madison: ASA, and CSSA. WI. p. 681-694.
- Mac Key, J. 1991. Taxonomy of ryewheat. In: **Proc. 2th International Triticale Symposium**. Passo Fundo, RS, 1-5 oct. 1990: CIMMYT, Mexico, DF. p.36-40.
- National Academy Press. 1989. Triticale: a promising addition to the world's cereal grains. Washington, DC: National Academy Press.
- Qualset, C.O., and H. Guedes-Pinto. 1996. Triticale: milestones, millstones, and world food. In: H. Guedes-Pinto, N. Darvey and V.P. Carnide (ed.). **Triticale: today and tomorrow**. Kluwer, Dordrecht. (Developmens in Plant Breeding, 5). p.5-9.
- Royo, C. 1992. **El triticale: bases para el cultivo y aprovechamiento**. Madrid: Mundi-Prensa.
- Semundo Limited. 1994. **Triticale: the hybrid evolution**. Cambridge: Semundo Limited.
- Skovmand, B., Fox, P.N., Pfeiffer, W.H. and Varughese, G. 1996. Triticale germplasm: a basic tool for plant breeding. p. 243-252. In: Guedes-Pinto, H., Darvey, N and Carnide, V.P. (ed.). **Triticale: today and tomorrow**. Kluwer, Dordrecht. (Developmens in Plant Breeding, 5).
- Sousa, C.N.A. de S., Baier, A.C. 1996. Avaliação da reação ao alumínio do solo de triticales em um solo ácido, Passo Fundo: Embrapa-CNPT. (Trabalho apresentado na V Reunião Brasileira de Pesquisa de Triticale. Ponta Grossa, PR).
- Krolow, K.-D. 1985 Triticale (Triticosecale Wittmack). In: Fischbeck, : G. Plarre, W. and Schuster, W. **Lehrbuch der züchtung landwirtschaftlicher kulturpflanzen**. Berlin: Verlag Paul Parey. p.67-77
- Varughese, G., Barker, T. and Saari, E. 1987. **Triticale**. Mexico, DF: CIMMYT.
- Varughese, G., Pfeiffer, W.H. and Peña, R.J. 1996. Triticale: a successful alternative crop (part 1). **Cereal Foods World**, 41(6):474-482.
- Wiethölter, S., Baier, A.C. Oettler, G e Host, W. 1996. Genótipos de triticale e tolerância a alumínio no solo. Passo Fundo: Embrapa-CNPT. (Trabalho apresentado na V Reunião Brasileira de Pesquisa de Triticale, 1996, Ponta Grossa, PR).