

AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE GENÉTICA EM TRITICALE PARA CICLO E ESTATURA DE PLANTA OBTIDA A PARTIR DE MUTAÇÕES INDUZIDAS E CRUZAMENTOS ARTIFICIAIS

FÁBIO PANDINI¹, FERNANDO IRAJÁ FELIX DE CARVALHO², JOSÉ FERNANDES BARBOSA NETO², ANDRÉA MITTELMANN³, ADRIANE LEITE DO AMARAL¹

RESUMO – O ajuste de caracteres adaptativos como ciclo e estatura, permite adequar cultivos sucessivos e utilizar técnicas agronômicas mais eficientes, podendo contribuir no aumento da produtividade. Métodos que promovam incrementos na variabilidade genética são de grande importância no melhoramento por possibilitarem a seleção de genótipos superiores. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das mutações induzidas e cruzamentos recíprocos em famílias segregantes para ciclo, estatura de plantas e a correlação entre estes caracteres. As populações foram obtidas a partir de cruzamentos recíprocos e mutações induzidas pelo uso das doses de radiação gama 0, 5, 10, 20, 40 kR a partir do Cobalto-60, sendo avaliadas as variações ocorridas para as médias e variâncias em duas cultivares de triticales, Triticale BR4 e EMBRAPA18. Os resultados obtidos revelaram famílias com ampla segregação para ciclo e estatura de planta, com classes genotípicas distintas e a possibilidade de identificar famílias com valores distintos em relação as médias da população padrão para ambos os caracteres e nos dois genótipos avaliados. Houve tendência à redução da estatura e incremento do ciclo para as famílias avaliadas, porém não houve correlação expressiva entre os caracteres ciclo e estatura para a maioria dos tratamentos, o que possibilita ao melhorista selecionar tipos de plantas adaptadas ao ambiente de cultivo.

Palavras-chave: *X triticosecale*, raios gama, melhoramento genético, estatura, ciclo

EVALUATION OF GENETIC VARIABILITY FOR HEADING DATE AND HEIGHT IN TRITICALE OBTAINED BY INDUCED MUTATIONS AND ARTIFICIAL CROSSES

ABSTRACT – The adjustment of adaptative characters such as heading date and height, allows one to arrange successive cultures and to apply efficient agronomic techniques, resulting in productivity increase. Methods that increase genetic variability have great significance in plant breeding, once they amplify the opportunities for selecting superior genotypes. The aim of this study was to evaluate the effect of induced mutations and reciprocal crosses in families segregating for heading date and height and to analyze the correlation between these characters. The populations were obtained from reciprocal crosses and induced mutation with gamma radiation. In the latter, radiation dosages of 0, 5, 10, 20, 40 kR were obtained from exposition to Cobalt - 60. Changes in the mean and variance in two triticales genotypes Triticale BR4 e EMBRAPA18, were analyzed. The results obtained indicated families with wide segregation patterns for heading date and height and also suggested the possibility to identify families with distinct values compared to the control population for both characters and both genotypes. There was a tendency to reductions in height and increases in heading date for the families evaluated. However, there was not an expressive correlation between heading date and height for the majority of the treatments, therefore allowing the breeder to select plant types adapted to the environment of cultivation.

Key words: *X triticosecale*, gamma rays, plant breeding, height, heading date

1. Eng. Agr., M.Sc. - UFRGS, Porto Alegre/RS. Rua Santo Antônio, 611/22, 90220-011 Porto Alegre - RS/BRASIL

2. Eng. Agr., PhD - Professor do Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia da UFRGS, Caixa Postal 776, 91501-970 Porto Alegre - RS/BRASIL

3. Eng. Agr. - Estudante do Curso de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia da UFRGS

Recebido para publicação em 10/12/1996

INTRODUÇÃO

A hibridação é uma técnica amplamente utilizada no melhoramento de espécies cultivadas por possibilitar a complementação dos genitores e a obtenção de novas combinações genéticas para os caracteres agrônômicos de interesse. As mutações induzidas por agentes mutagênicos e em especial os raios gama, vêm sendo pesquisadas como uma técnica auxiliar importante no melhoramento. A obtenção de indivíduos segregantes para redução de estatura e maior precocidade em triticale e outras espécies de interesse agrônômico é citada na literatura em vários trabalhos. (RAJPUT, 1982; SINHA e JOSHI, 1986; NASCIMENTO JUNIOR et al., 1994; TULMANN NETO e SABINO, 1994). A variação nas populações de plantas, quando avaliadas individualmente, permite a formação de famílias, facilitando a obtenção dos variantes úteis ao melhoramento de plantas. Com a utilização de agentes mutagênicos capazes de provocar modificações genéticas ao acaso, alterações de genes associados negativamente ocorrem com frequência. Os objetivos deste trabalho foram caracterizar o surgimento de famílias segregantes a partir de diferentes tratamentos mutagênicos com raios gama e cruzamentos artificiais e estudar as correlações existentes entre ciclo e estatura de plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo na Estação Experimental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizada no município de Eldorado do Sul / RS nos anos de 1994 e 1995. Os tratamentos mutagênicos foram realizados no Departamento de Engenharia Nuclear desta Universidade. As dosagens utilizadas foram 5, 10, 20, 40 kR para as cultivares Triticale BR4 e EMBRAPA18. Foram irradiadas 1000 sementes para cada tratamento, sendo colhida uma média de 250 espigas na geração M_1 (geração tratada com o mutagênico). Destas foram escolhidas ao acaso 100 espigas para constituir a geração M_2 no verão de 1994/1995. Paralelamente, foram realizados cruzamentos recíprocos entre as cultivares Triticale BR4 e EMBRAPA18. No verão de 1994/95 foi semeada a geração F_1 . As sementes de cada planta F_1 originaram linhas F_2 , as quais serão referidas como famílias. Os dados referentes às gerações M_2 (segunda geração após o tratamento mutagênico) e M_3 dos tratamentos mutagênicos e F_2 dos cruzamentos artificiais foram obtidos individualmente no inverno de 1995 para cada planta em todos os tratamentos e gerações utilizados. A estatura de planta foi medida da superfície do solo até o ápice da espiga principal excluindo as aristas, no período de maturação

TABELA 1 – Número de famílias com médias significativamente diferentes em relação à população original para estatura e ciclo de planta, nos tratamentos utilizados. Eldorado do Sul/RS, 1995

GEN./GER.	TRATAMENTOS	ESTATURA		CICLO		TOTAL
		superiores*	inferiores*	superiores*	inferiores*	
BR4xEMB18/ F_2		2	12	6	2	39
BR4 / M_2	5	3	1	5	2	33
	10	5	0	3	1	30
	20	3	2	5	1	26
	40	3	2	3	5	26
BR4 / M_3	5	3	2	3	1	18
	10	0	0	0	0	2
	20	1	2	9	0	19
	40	0	6	10	0	24
EMB18 / M_2	5	2	4	8	5	35
	10	1	7	7	3	29
	20	0	10	1	1	31
	40	0	7	2	2	9
EMB18 / M_3	5	0	13	11	1	28
	10	0	8	9	0	12
	20	0	8	7	0	12
	40	0	3	1	0	4

* Significativo pelo teste t a 5%.

GEN/GER = genótipos e gerações avaliadas; EMB18 = EMBRAPA18; BR4 = Triticale BR4.

AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE GENÉTICA EM TRITICALE PARA CICLO E ESTATURA DE PLANTA OBTIDA
A PARTIR DE MUTAÇÕES INDUZIDAS E CRUZAMENTOS ARTIFICIAIS

fisiológica. O ciclo vegetativo foi determinado através da contagem dos dias após a semeadura até a emissão completa da primeira espiga, utilizando fitas de diferentes cores para identificar as plantas que entravam em florescimento. As espigas colhidas individualmente foram mantidas separadas e constituíram uma família, correspondente a uma linha de plantas no campo, no inverno de 1995, onde foram avaliadas as médias e variâncias para todas as famílias e comparadas com o tratamento padrão em ambas as gerações. Para comparações de médias foi utilizado o teste t e as variâncias foram testadas pelo teste F,

descritos por STEEL e TORRIE (1980). Famílias com menos de quatro indivíduos não foram consideradas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de famílias com diferenças significativas superiores e inferiores à média da população padrão está incluído na Tabela 1. Para estatura de plantas houve maior número de famílias com redução da média tanto nos cruzamentos artificiais como nos tratamentos mutagênicos. Famílias com estatura superior também foram

TABELA 2 – Famílias de triticales obtidas a partir do genótipo Triticale BR4 e EMBRAPA18 que apresentaram menor média (\bar{X}) e diferentes variâncias (s^2) nas gerações M_2 e M_3 , submetidas a diferentes doses de radiação gama (Co^{60}), para o caráter estatura de planta (cm), Eldorado do Sul (RS), em 1995

dose (kR)	GERAÇÃO - M_2				GERAÇÃO - M_3			
	Fam	n	\bar{X}	s^2	Fam	n	\bar{X}	s^2
BR4								
padrão	-	53	100,1	45,63	-	62	101,4	45,76
5	1	13	97,9	ns 92,74 *	1	17	97,06	ns 31,43 ns
	2	10	95,5	ns 158,1 *	2	3	95,0	ns 100,0 s
	3	11	92,4	* 65,45 ns	3	4	82,2	* 133,6 *
10	1	12	98,3	ns 51,51 ns	1	7	95,7	* 26,24 ns
	2	4	96,2	ns 22,92 ns	2	4	90,0	ns 148,7 *
	3	3	92,7	ns 41,33 ns	3	3	89,3	* 9,33 ns
20	1	12	97,7	ns 169,8 *	1	11	95,4	ns 102,25 *
	2	6	97,5	ns 257,5 *	2	15	93,1	ns 129,4 *
	3	9	90,6	ns 173,8 *	3	2	92,8	* 72,0 ns
40	1	18	97,2	ns 88,89 *	1	12	94,5	* 59,73 ns
	2	5	97,0	ns 170,0 *	2	13	93,1	* 100,7 *
	3	15	95,3	ns 119,5 *	3	14	92,8	* 8,44 ns
EMBRAPA18								
padrão	-	84	98,64	41,26	-	69	97,86	32,65
5	1	18	94,2	* 26,5 ns	1	14	91,4	* 40,26 ns
	2	12	92,9	* 33,9 ns	2	12	90,8	* 30,15 ns
	3	4	90,4	ns 200,0 *	3	7	88,3	* 28,0 ns
10	1	11	92,7	ns 103,0 *	1	7	87,7	* 59,24 ns
	2	14	92,6	* 28,71 ns	2	4	86,5	* 49,0 ns
	3	14	92,6	ns 78,11 *	3	11	84,5	* 69,67 *
	4	5	90,8	ns 143,2 *	4	6	83,5	ns 209,5 *
20	1	13	90,5	* 36,94 ns	1	9	86,8	* 85,94 *
	2	10	90,4	* 49,6 ns	2	11	85,4	* 52,07 ns
	3	9	88,3	* 39,25 ns	3	7	84,6	* 83,62 *
	4	3	88,0	* 8,0 ns	4	5	84,0	* 74,0 ns
40	1	17	94,8	ns 142,3 *	1	8	84,9	* 56,98 ns
	2	7	90,0	* 70,67 ns	2	4	84,5	* 27,67 ns
	3	13	89,8	* 30,81 ns	3	4	84,0	* 18,67 ns
	4	12	86,9	* 55,54 ns	4	6	83,0	* 71,6 ns

* Significativo a 5% pelo teste t para médias e pelo teste F para variâncias.

n = número de plantas avaliadas; Fam = Famílias

observadas, especialmente na geração M2 do genótipo BR4. Da mesma forma, alterações foram observadas no caráter ciclo vegetativo, sendo que maior número de famílias com prolongamento do ciclo foi observado nos cruzamentos artificiais e na maioria dos tratamentos mutagênicos. Famílias com menor ciclo também ocorreram nos diferentes tratamentos para as duas cultivares avaliadas (Tabela 1). Dos tratamentos utilizados para o caráter estatura de plantas e ciclo vegetativo foram retiradas as famílias

que apresentaram as menores médias, sendo comparadas com o tratamento padrão através das médias e suas respectivas variâncias. Estes resultados permitiram caracterizar a presença da variabilidade genética ocorrida dentro dos tratamentos, uma vez que famílias podem revelar comportamento diferenciado da média da população padrão.

A maioria dos tratamentos produziu famílias com classes diferenciadas. Na Tabela 2 estão incluídas as famílias com as menores médias dentro de cada

TABELA 3 - Famílias de triticales obtidas a partir dos genótipos Triticale BR4 e EMBRAPA18 que apresentaram menor média (\bar{X}) e diferentes variâncias (s^2) nas gerações M₂ e M₃, quando submetidas a diferentes doses de radiação gama (Co⁶⁰), para o caráter ciclo vegetativo (dias), Eldorado do Sul (RS), em 1995

dose (kR)	GERAÇÃO - M ₂				GERAÇÃO - M ₃			
	Fam	n	\bar{X}	s ²	Fam	n	\bar{X}	s ²
BR4								
padrão	-	53	95,53	24,22	-	62	94,21	19,45
5	1	14	94,5 ns	63,80 *	1	11	94,4 ns	24,05 ns
	2	18	94,2 ns	33,85 ns	2	18	93,1 ns	27,7 ns
	3	18	92,4 *	33,95 ns	3	19	92,0 ns	16,62 ns
10	1	16	95,4 ns	68,40 *	1	3	102,0 ns	49,0 ns
	2	8	94,1 ns	20,12 ns	2	3	99,7 ns	16,33 ns
	3	16	93,7 ns	60,23 *	3	2	98,5 ns	24,5 ns
	4	6	92,7 ns	32,67 ns	4	9	95,8 ns	29,94 ns
20	1	9	95,0 ns	36,75 ns	1	10	99,2 *	23,96 ns
	2	17	95,0 ns	6,12 *	2	15	99,0 *	33,0 ns
	3	12	94,4 ns	21,9 ns	3	6	98,5 ns	53,9 *
	4	11	91,2 *	23,60 ns	4	4	96,7 ns	12,25 ns
40	1	15	93,1 ns	59,27 *	1	11	97,5 ns	22,27 ns
	2	15	91,7 ns	34,07 ns	2	13	96,6 ns	74,76 *
	3	18	91,1 *	35,08 ns	3	11	96,3 ns	57,02 *
	4	13	90,7 *	28,90 ns	4	14	95,0 ns	60,31 *
EMBRAPA18								
padrão	-	84	99,25	11,83	-	69	98,75	12,36
5	1	10	95,0 ns	32,7 *	1	9	99,7 ns	85,75 *
	2	8	94,1 *	6,12 ns	2	14	99,5 ns	27,19 *
	3	16	92,8 *	30,83 ns	3	18	96,6 ns	55,08 *
10	1	8	99,4 ns	13,12 ns	1	6	103,0 ns	27,77 *
	2	10	97,1 ns	33,21 *	2	11	102,0 ns	67,27 *
	3	16	96,7 ns	22,87 *	3	4	102,0 ns	32,67 *
	4	14	93,5 ns	39,04 *	4	7	102,0 ns	16,33 *
20	1	11	99,4 *	12,47 ns	1	10	104,0 ns	44,1 *
	2	19	99,5 ns	12,61 ns	2	12	102,0 ns	53,45 *
	3	15	98,3 ns	27,07 *	3	7	102,0 ns	52,07 ns
	4	13	98,2 ns	29,52 *	4	3	102,0 *	0 *
40	1	12	99,0 ns	55,54 *	1	4	105,0 ns	81,67 *
	2	17	98,7 ns	142,32 *	2	4	105,0 ns	81,67 *
	3	7	96,0 ns	87,62 *	3	4	104,0 ns	77,58 *
	4	13	95,0 ns	40,83 *	4	6	98,5 ns	14,7 ns

* Significativo a 5 % pelo teste t para médias e pelo teste F para variâncias.

n = número de indivíduos; Fam = Famílias.

AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE GENÉTICA EM TRITICALE PARA CICLO E ESTATURA DE PLANTA OBTIDA
A PARTIR DE MUTAÇÕES INDUZIDAS E CRUZAMENTOS ARTIFICIAIS

tratamento para estatura de plantas, comparadas estatisticamente com o padrão para as cultivares e gerações avaliadas. No genótipo BR4 não houve modificação na média de estatura de planta na geração M_2 , com exceção de uma família. As famílias revelaram variâncias superiores na geração M_2 em relação ao padrão para a maioria dos tratamentos. Na geração M_3 as médias foram semelhantes às da M_2 , porém as variâncias em sua maioria foram inferiores ao padrão (Tabela 2). Para o genótipo EMBRAPA18 os efeitos de redução nas médias das famílias foram mais acentuados, sendo que a maioria delas revelou diferenças significativas na geração M_2 . Em M_3 , praticamente todas as famílias apresentaram reduções significativas na estatura de planta. As variâncias foram menores, e a maioria dos tratamentos não diferiu estatisticamente do padrão (Tabela 2).

Para ciclo vegetativo no genótipo BR4 as diferenças de médias nas famílias em relação ao padrão nas gerações M_2 e M_3 foram menores (Tabela 3). Da mesma forma, o genótipo EMBRAPA18 produziu um pequeno número de famílias com diferenças significativas para as médias nas gerações M_2 e M_3 . Os resultados de variâncias obtidos para o genótipo BR4 foram semelhantes, sendo que a maioria das famílias não mostraram diferenças significativas em relação ao padrão, para as duas gerações avaliadas. O tratamento 40 kR na geração M_3 apresentou maior número de famílias com diferenças significativas (Tabela 3). No genótipo EMBRAPA18 os efeitos foram mais drásticos, embora a grande maioria dos

tratamentos não tenha apresentado diferenças significativas para as médias em relação ao padrão (Tabela 3). Contudo, a maioria das variâncias foram superiores em relação ao padrão para ambas as gerações e, principalmente na M_3 .

As médias de algumas famílias F_2 para os dois cruzamentos efetuados foram inferiores e significativas em relação às cultivares utilizadas como padrões (Tabela 4), porém com variâncias semelhantes. O cruzamento comparado com o EMBRAPA18 revelou menor efeito na redução da média e variância superior, não ocorrendo diferenças significativas para ambas, na maioria das famílias. As famílias obtidas a partir dos cruzamentos artificiais não revelaram diferenças significativas para as médias dos cruzamentos BR4 x EMBRAPA18, quando comparados com o padrão (Tabela 4), havendo incrementos significativos das variâncias em relação ao padrão. Para o cruzamento recíproco, comparado com o EMBRAPA18, algumas famílias indicaram médias menores com diferenças significativas em relação ao padrão, ocorrendo variâncias significativamente mais elevadas para a maioria delas.

As correlações entre os caracteres estatura e ciclo vegetativo de plantas (Tabela 5) foram baixas para os tratamentos mutagênicos em ambos os genótipos, embora tenham sido significativas para a maioria dos tratamentos no genótipo BR4. Para o genótipo EMBRAPA18 os valores de correlação não foram estatisticamente significativos para a maioria dos resultados em ambas as gerações avaliadas.

TABELA 4 – Famílias segregantes de triticales obtidas a partir dos cruzamentos artificiais recíprocos entre os genótipos Triticale BR4 e EMBRAPA18 que apresentaram menor média (\bar{X}) e diferentes variâncias(s^2) na geração F_2 , para o caráter estatura de plantas (cm), Eldorado do Sul /RS, 1995

GENÓTIPOS	ESTATURA-F2				CICLO-F2				
	Fam	n	\bar{X}	s^2	Fam	n	\bar{X}	s^2	
<i>PADRÃO BR4</i>	-	53	100,15	45,63	-	84	95,5	24,22	ns
BR4 x EMBRAPA18	1	12	92,67 *	36,42 ns	1	8	97,6 ns	69,12 *	
	2	10	92,1 *	83,65 ns	2	9	95,0 ns	110,2 *	
	3	15	91,73 ns	211,3 *	3	9	95,0 ns	49,0 ns	
	4	8	90,62 *	27,98 ns	4	6	93,8 ns	8,17 ns	
<i>PADRÃO EMB18</i>	-	84	98,64	41,26	-	84	99,25	11,83	ns
EMBRAPA18 x BR4	1	3	92,67 *	5,33 *	1	14	97,0 ns	86,15 *	
	2	13	92,23 ns	111,7 *	2	6	96,2 ns	27,77 ns	
	3	6	91,83 ns	64,97 ns	3	13	96,1 *	88,58 *	
	4	6	91,33 ns	148,3 *	4	17	91,3 *	31,34 *	

* Significativo a 5% segundo teste t para médias e pelo teste F para variâncias.

n = número de plantas avaliadas; Fam = famílias

TABELA 5 – Correlações entre os caracteres estatura de planta e ciclo vegetativo para os genótipos de Triticale BR4 e EMBRAPA18, quando submetido a diferentes doses de radiação gama (Co⁶⁰) e cruzamentos artificiais recíprocos, Eldorado do Sul (RS), 1995

CORRELAÇÕES	TEST.	TRATAMENTOS				
		BR4xEMB18	5 kR	10 kR	20 kR	40 kR
GERAÇÃO 2 - BR4						
ESTATURA x CICLO	-0,02	-0,08	- 0,27 *	- 0,13 *	0,08	-0,11
GERAÇÃO 3 - BR4						
ESTATURA x CICLO	-0,26	-	-0,35 *	-0,35 *	-0,02	-0,24 *
GERAÇÃO 2 -EMB18						
ESTATURA x CICLO	-0,11	-	-0,19 *	-0,07	-0,01	-0,24
GERAÇÃO 3 -EMB18						
ESTATURA x CICLO	-0,11	-	0,10	0,06	0,05	0,19

* significativo a 0,01 EMB18 = EMBRAPA18; Test. = testemunha; BR4 = Triticale BR4.

Alterações no sentido de incrementar ou reduzir as médias para ciclo e estatura de plantas puderam ser observadas nos diferentes tratamentos mutagênicos e cruzamentos artificiais em grande número de famílias. A irradiação de sementes através de raios gama demonstrou a possibilidade de modificar alelos responsáveis por alterar os caracteres em estudo. Da mesma forma, os cruzamentos artificiais promoveram ampla recombinação com segregação transgressiva para ciclo e estatura, pois as cultivares apresentam comportamento similar para os caracteres avaliados.

A análise das famílias com as menores médias nas populações avaliadas pode melhor caracterizar as alterações genéticas, auxiliando a detecção da variabilidade existente e estas características são de grande interesse para os programas de melhoramento. Entretanto, apenas para algumas das famílias que produziram as menores médias para a estatura de plantas foi possível observar significância em relação aos padrões.

Elevados valores de variância, devido à grande intensidade de segregação, provocaram limitações na análise das médias na geração M₂. Além disto, o tamanho das amostras para cada família ficou reduzido, o que determinou valores elevados para estatística t para as comparações de médias. Isto pode ser evidenciado no genótipo BR4 na geração M₂, onde ocorreram grandes diferenças nas médias, porém não significativas. Contudo, na geração M₃ houve uma redução da variação pelo próprio incremento da homozigose, com um grande número de famílias que diferiram estatisticamente do padrão. Consideração esta, também é válida para o genótipo EMBRAPA18, porém para este genótipo a maioria das famílias apresentou diferenças significativas na geração M₂ devido aos efeitos mutagênicos terem sido mais pronunciados, provocando uma maior redução na

média das famílias para este genótipo. Na geração M₃ a maioria das famílias analisadas divergiu em relação ao padrão, o que caracteriza que todos os tratamentos produziram famílias com médias inferiores em relação ao padrão, evidenciando a presença da variabilidade genética. Embora ocorram famílias distintas e com médias menores, muita variação de alelos ainda existe dentro das famílias. Estas variações auxiliam na elevação das variâncias, devendo ser preferida a seleção em gerações posteriores para facilitar a diferenciação entre as famílias. Resultados semelhantes são citados na literatura para vários caracteres de interesse agrônomo, inclusive obtenção de progênies de menor estatura em genótipos de triticale, quando as sementes foram submetidas a doses de radiação (REDDY, 1988).

A efetividade dos cruzamentos artificiais em promover acréscimos acentuados nas variâncias, assim como determinar médias menores em relação ao padrão, demonstrou a ocorrência de recombinação para genes de baixa estatura. Os decréscimos acentuados nas médias evidenciam que genes para o caráter estão recombinando, o que possibilita obter ampla variabilidade genética e identificar indivíduos de menor estatura, assim como obter ganhos genéticos na seleção para este caráter. Comparações similares foram realizadas por outros autores, que destacaram a possibilidade de obter amplitudes equivalentes de variação, utilizando as técnicas de hibridação e irradiação (KRULL e FREY, 1960).

As famílias que produziram as menores médias para o caráter ciclo vegetativo também foram caracterizadas quanto a variabilidade genética nas progênies. Os efeitos significativos das variâncias para a maioria das famílias a partir do genótipo EMBRAPA18, revelam a maior efetividade do mutagênico em provocar alterações de pequeno efeito.

Maiores valores de variância verificados para as famílias provenientes da maior dose de radiação (40 kR) no genótipo BR4, assim como o efeito mais pronunciado para esta dose no genótipo EMBRAPA18, demonstra maior capacidade em provocar alterações no caráter, indicando que um acentuado número de genes de pequeno efeito foram modificados. Resultados semelhantes são citados na literatura para genótipos de triticales a partir de tratamentos mutagênicos com raios gama (SHAKOOR et al., 1980).

Os valores obtidos para as baixas doses de radiação evidenciam que estes tratamentos são pouco efetivos em provocar alterações nos genes que conferem maior precocidade. Isto pode ser observado pelo pequeno número de famílias que apresentaram diferenças estatísticas nas menores doses para os dois genótipos. Para as famílias derivadas dos cruzamentos artificiais, ficou evidenciado que a recombinação não foi favorável aos alelos responsáveis pela maior precocidade, pois poucas famílias foram observadas com médias menores que o tratamento dos genitores. A maioria dos desvios ocorridos foram no sentido de incrementar o ciclo.

Para os cruzamentos artificiais o maior número de famílias para ciclo tardio e a superioridade nas médias revelaram que os genótipos recombinantes ocorreram predominantemente no sentido de incrementar o ciclo, evidenciando que há maior dificuldade de obter populações com combinações alélicas para redução do ciclo.

As variâncias foram superiores para os cruzamentos artificiais na maioria dos tratamentos, contudo o maior número de classes ocorreu para o acréscimo do ciclo vegetativo, não contribuindo para a seleção e obtenção de plantas com maior precocidade. Por outro lado, as variações ocorridas para a maior dose de radiação utilizada foram semelhantes aos cruzamentos artificiais, com a vantagem de apresentarem famílias com menor ciclo, representadas por um número maior de plantas. Isto pode ser de grande importância, pois onde há disponibilidade de irradiar sementes pode ser utilizado um número superior de genótipos, além disto permite a obtenção de novas classes segregantes a partir do germoplasma elite do programa, sem o inconveniente de introduzir características negativas no germoplasma utilizado.

Os agentes mutagênicos também podem provocar alterações nos genes e promover características indesejáveis. A análise de correlação entre caracteres pode auxiliar na prática da seleção, uma vez que fornece o grau de associação entre eles. Os baixos valores de correlação indicam que há baixa associação entre os genes responsáveis pela redução

de estatura e menor precocidade, tornando difícil a seleção de indivíduos que apresentem os dois caracteres simultaneamente.

O uso das mutações induzidas proporciona um incremento da variabilidade genética existente no germoplasma, devendo ser utilizada preferencialmente para o ajuste de um único caráter e não diretamente para obtenção de novas cultivares (MICKE e DONINI, 1993). Entre as dosagens utilizadas, a superior apresentou maior número de famílias com menor estatura e maior precocidade, demonstrando que há possibilidades de selecionar genótipos com os dois caracteres a partir dos mesmos indivíduos, devendo-se adequar a pressão de seleção exercida e utilizar métodos eficientes de seleção.

CONCLUSÕES

Os tratamentos mutagênicos e cruzamentos artificiais possibilitam a obtenção de grande amplitude de variação genética para ciclo e estatura entre as famílias de triticales. Os caracteres ciclo e estatura não apresentam forte associação para os tratamentos mutagênicos e permitem ao melhorista selecionar tipos de plantas adaptadas ao ambiente de cultivo.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- KRULL, C.F.; FREY, K.J. Genetic variability in oats following hybridization and irradiation. *Crop Science*, Madison, v. 1, n.1, p.141-146, 1960.
- MICKE, A.; DONINI, B. Induced mutations. In: *Plant Breeding: principles and prospects*. London: Chapman & Hall, 1993. p. 152-162.
- NASCIMENTO JUNIOR, A. do; CARVALHO, F.L.F. de; BARBOSA NETO, J.F.; et al. Agentes mutagênicos e a intensidade de variabilidade genética em caracteres adaptativos na cultura da aveia. (*Avena sativa* L.). *Agronomia Sulrio-grandense*, Porto Alegre, v. 26, n. 2, p.199-216, 1994.
- RAJPUT, M.A. Induced variability for heading date, plant height and tiller number in triticales. *Pakistan J. Sci. Ind. Res.*, Tandojam, v.25, p. 77-79, 1982.
- REDDY, V.R.K. Desirable induced mutation in triticales. *J. Nuclear Agric. Biol. Meerut*, v.17, p.76-8, 1988.
- SHAKOOR, A.; SALEEM, M.; AFZAL, M. Improvement of triticales for fertility and grain character through induced mutation. *The Nucleus*, Faisalabad, v.17, n. 2, p.37-38, 1980.
- SINHA, R.P.; JOSHI, M.G. Induced polygenic variation in hexaploid triticales in M₁ generation. *J. Nuclear Agric. Biol.*, New Delhi, v.15, p.170-174, 1986.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. *Principles and procedures of statistics*. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633p.
- TULMANN NETO, A.; SABINO, J.C. Indução e uso de mutante de hábito determinado e precoce em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Brasileira Genética*, Ribeirão Preto, v. 17 n. 4, p. 425-30, 1994.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo auxílio financeiro para realização desse trabalho.