

CRIAÇÃO DE VARIABILIDADE GENÉTICA NO CARÁTER ESTATURA DE PLANTA EM AVEIA: HIBRIDAÇÃO ARTIFICIAL x MUTAÇÃO INDUZIDA

CREATION OF GENETIC VARIABILITY IN THE CHARACTER STATURE OF PLANT IN OAT: HYBRIDIZATION ARTIFICIAL x INDUCED MUTATION

COIMBRA, Jefferson L. M.¹; CARVALHO, Fernando I. F. de²; OLIVEIRA, Antônio C. de²; GUIDOLIN, Altamir F.³

RESUMO

Técnicas que ampliam o "background" da cultura de aveia possibilitam que programas de melhoramento genético possam manipular as fontes de germoplasma de aveia (*Avena sativa*). Frequentemente, estas técnicas viabilizam o sucesso do programa de melhoramento genético vegetal. As técnicas utilizadas foram cruzamentos artificiais e mutações induzidas. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito das mutações induzidas e cruzamentos em populações segregantes para o caráter estatura de planta. As populações foram obtidas a partir de cruzamentos recíprocos e mutações induzidas, pelo uso do agente mutagênico etilmetanossulfonato (EMS) nas doses 0; 0,5; 1,5 e 3,0%, sendo avaliadas as variações ocorridas no caráter estatura de planta, através das médias, variâncias, assimetria e curtose em quatro genótipos fixos de aveia hexaplóide (CTC-3, UFRGS-10, UFRGS-14 e UPF-16). Os resultados obtidos revelaram populações com profunda segregação para o caráter estatura de planta, com classes fenotípicas bem distintas e, a possibilidade de identificar populações com valores distintos, comparativamente, com o padrão nos quatro genótipos avaliados. De modo geral, a técnica de mutação induzida foi mais eficiente na alteração do caráter, comparativamente aos cruzamentos artificiais. O mutagênico EMS na geração M_2 incrementou o caráter estatura de planta em doses mais baixas; o contrário do obtido quando empregadas doses mais elevadas.

Palavras-chave: *Avena sativa*, hibridação, EMS, curtose e assimetria.

INTRODUÇÃO

A variabilidade genética é de essencial interesse para o melhorista, pois sem ela não seria possível a obtenção de progressos no melhoramento de plantas. A variabilidade genética viabiliza o emprego de técnicas que possibilitam a identificação de genótipos superiores. A base genética restrita determina dois aspectos fundamentais no melhoramento de plantas: primeiro restringe e até mesmo inviabiliza a criação de novos cultivares e o segundo acelera a erosão genética em virtude do uso de um pequeno número de genótipos distintos utilizados para hibridações artificiais. Conforme SILVA et al. (1998), a baixa variabilidade genética para as espécies cultivadas dificulta o trabalho do melhorista em selecionar genótipos superiores.

Ao contrário das mutações que causam principalmente mudanças na estrutura gênica resultando em variabilidade, a hibridação artificial implica em combinações de genes favoráveis provenientes dos diferentes genitores. Além disso, quando os genitores utilizados para cruzamentos artificiais são geneticamente muito próximos (grau de parentesco), as

progênes determinam uma reduzida variabilidade genética dentro das populações. Este é um exemplo típico do "pool gênico" existente no Sul do Brasil para aveia.

Modificações na estrutura genética de seres vivos ocorrem na natureza, em frequência reduzida mas, conforme MORISHITA et al. (2003), podem ser incrementadas com a utilização de agentes mutagênicos.

Com a redução da estatura, altas doses de adubação nitrogenada são utilizadas com o objetivo de expressar um elevado potencial de rendimento de grãos, sem problemas de acamamento e por um melhor equilíbrio entre grão e palha. O caráter estatura de planta tem sido considerado importante nos programas de melhoramento de aveia no Sul do Brasil. Plantas de estatura baixa apresentam menores problemas de acamamento e suportam o uso de doses mais elevadas de fertilizantes (MITTELMANN et al., 2001). MURPHY et al. (1958) comenta que a suscetibilidade ao acamamento está altamente correlacionada com porte de planta mais baixa.

Este trabalho foi realizado com o intuito de comparar a eficiência dos cruzamentos artificiais versus mutagênico químico como fonte de modificações de variabilidade genética no caráter estatura de planta em aveia hexaplóide.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em telado e a campo, durante os anos agrícolas de 1997 e 1998, na Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). O preparo do solo foi convencional; as sementes genéticas dos genótipos de aveia hexaplóide, CTC-3, UFRGS-10, UFRGS-14 e UPF-16 foram tratadas com o agente mutagênico químico etilmetanossulfonato (EMS), sendo as doses totais absorvidas 0; 0,5; 1,5 e 3,0 (%v/v) por tratamento. Paralelamente, foram realizados os cruzamentos artificiais entre os quatro genitores estudados (Tabela 1).

Os dados obtidos através da quantificação métrica do caráter estatura de planta, referentes às gerações M_2 e F_2 foram quantificados no inverno de 1998 para cada planta em todos os tratamentos e gerações avaliadas. O caráter estatura de planta foi ponderado da superfície do solo até o ápice das panículas, excluindo a arista; sendo avaliado duas a três semanas após a antese. As observações fenotípicas foram realizadas individualmente, planta a planta, em todas as gerações.

Em todas as gerações foram estimados os parâmetros assimetria (a), curtose (k), média (μ) e variância (σ^2) para todas as populações avaliadas e comparadas com o

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Fitomelhoramento. Depto. de Fitotecnia/FAEM/UFPEL. Cx. Postal 354. CEP 96010-900. Pelotas, RS. E-mail: coimbrajefferson@pop.com.br.

² Engenheiro Agrônomo, Ph.D., Prof. Depto. de Fitotecnia/FAEM/UFPEL. Cx. Postal 354. CEP 96010-900. Pelotas, RS. Pesquisador do CNPq.

³ Engenheiro Agrônomo, Dr., Prof. da UDESC.

tratamento padrão (dose zero) dentro de cada população M_2 . Na geração F_2 os tratamentos foram comparados com o genitor feminino que recebeu o grão de pólen. Este procedimento foi realizado com o intuito de eliminar um possível efeito materno. Para comparação das médias e das variâncias foram utilizados os testes de t e F, respectivamente, conforme a metodologia descrita por STEEL & TORRIE (1960):

Estatística F para o teste de homogeneidade de variância $H_0: \sigma^2_1 = \sigma^2_2$ vs. $H_a: \sigma^2_1 \neq \sigma^2_2$, onde:

$$F = (\text{maior de } s^2_1, s^2_2 / \text{menor de } s^2_1, s^2_2)$$

Para o caso em que as variâncias não são homogêneas, tem-se:

$$t = (\mu_1 - \mu_2) / s^2 (1/n_1 + 1/n_2)^{1/2}$$

O número de graus de liberdade associado à estatística t é dado por:

$$n = (s^2_1/n_1 + s^2_2/n_2)^2 / ((s^2_1/n_1)^2/n_1 - 1) + ((s^2_2/n_2)^2/n_2 - 1)$$

Para o caso em que as variâncias são homogêneas, tem-se:

$$t = (\mu_1 - \mu_2) / s^2 (1/n_1 + 1/n_2)^{1/2}, \text{ em que:}$$

$$s^2 = \{(n_1 - 2) s^2_1 + [(n_2 - 2) s^2_2]\} / n_1 + n_2 - 2$$

O número de graus de liberdade associado à estatística t é dado por:

$$n = n_1 + n_2 - 2$$

Para estimar estes parâmetros foram utilizados os procedimentos PROC GLM, REG e TTEST do pacote estatístico SAS. O PROC REG foi utilizado para estimar e avaliar os modelos de regressão lineares com melhor ajuste aos dados. O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado, utilizando, tanto as repetições quanto a unidade experimental a planta. O comprimento das linhas era de 5,0 m, com espaços entre as linhas de 0,2 m, onde 25 sementes foram semeadas por linha, aproximadamente. Esta determinação, bem como as distribuições de frequências, média e variâncias foram obtidas a partir do pacote estatístico SAS (SCHLOTZAUER & LITTELL, 1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nenhum cruzamento artificial realizado foi significativamente diferente pelo teste de t para as médias ao nível de probabilidade de 0,05 (Tabela 1). Por outro lado, todos os cruzamentos realizados foram significativamente diferentes pelo teste de F ao nível de probabilidade de 0,05, exceto o cruzamento UPF-16 x UFRGS-10. Analisando as estimativas de assimetria (a) e curtose (k), ainda nesta mesma

tabela, pode ser observado que todos os cruzamentos realizados revelaram valores baixos tanto para o parâmetro de assimetria quanto para o de curtose.

Na prática tal fato mostra a dificuldade real que o melhorista pode encontrar na seleção de plantas em virtude da ausência de dominância para o caráter estatura de planta; além disso, o pesquisador que estiver selecionando plantas numa população segregante oriunda de genitores geneticamente próximos para o caráter estatura de planta pode não ter êxito na escolha de plantas geneticamente superiores dentro desta população. Apesar dos valores preditos de assimetria e curtose para o caráter estatura de planta ser baixos (Tabela 1), o cruzamento artificial estudado mais promissor foi UFRGS-10 x UFRGS-14. Esse fato pode ser observado na Figura 1 onde o gráfico indica uma possibilidade para o melhorista selecionar plantas com estatura reduzida (assimetria negativa), comparativamente ao padrão (UFRGS-10).

Este fato assume grande importância, tendo em vista que segundo MILACH et al. (1997), os três genes (DW_6 , DW_7 e DW_8) que conferem uma profunda redução no caráter estatura de planta em aveia, analisados por RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphism*), apontaram grupos de ligação muito próximos entre eles. Para RASMUSSEN (1991) nesta situação a eficiência dos cruzamentos artificiais no incremento da variabilidade genética pode ser lenta, trabalhosa e onerosa.

A restrição de variabilidade genética inviabiliza a seleção de genótipos superiores e determina dois aspectos fundamentais no melhoramento de plantas. Primeiro, dificulta e até mesmo inviabiliza a criação de novos cultivares e, segundo, acelera a erosão genética devido ao uso de um número pequeno de genótipos utilizados para cruzamentos artificiais. Portanto, é necessário que se disponha de técnicas apropriadas para ampliar a variância genética, principalmente, de caracteres governados por muitos genes de pequeno efeito sobre o fenótipo (herança complexa). Nesse sentido, o conhecimento de técnicas alternativas que possibilitam o incremento da variabilidade em caracteres de herança quantitativa é importante. Sendo assim, o conhecimento do tipo de mutação a ser produzida, a frequência induzida de mutantes, a direção das mutações e a magnitude de suas mudanças, são fundamentais para obtenção de êxito dos programas de melhoramento genético da aveia. O uso de mutações induzidas foi apontado pelos autores MAC KEY & QUALSET (1986), como um mecanismo muito atrativo para adicionar características desejáveis em um sistema gênico balanceado.

Tabela 1 - Assimetria (a), curtose (k), média populacional (μ) e variância (σ^2) do número de plantas avaliadas (n) para o caráter estatura de planta em cm da geração segregante e fixas F_2 e F_1 , respectivamente oriundo dos cruzamentos artificiais recíprocos dos quatro genótipos UFRGS-10, UFRGS-14, UPF-16 e CTC-3. Pelotas, RS, 2003.

Populações	Geração	n	μ	σ^2	a	k
UFRGS-10 x UFRGS-14	F_2	519	123	168,88 [†]	-0,402	0,309
UFRGS-14 x UPF-16	F_2	511	113	149,97 [†]	-0,111	0,083
UPF-16 x UFRGS-10	F_2	425	131	142,55	-0,253	0,513
UPF-16 x CTC-3	F_2	197	120	150,05 ^{††}	0,427	0,172
UFRGS-10	Padrão	149	128	125,66	0,027	-0,035
UFRGS-14	Padrão	179	109	90,70	0,625	1,568
UPF-16	Padrão	153	121	222,38	-0,054	-0,964

[†] e ^{††} significativo a 0,05 e 0,01 de probabilidade pelo teste de t para médias e F para variâncias em relação padrão

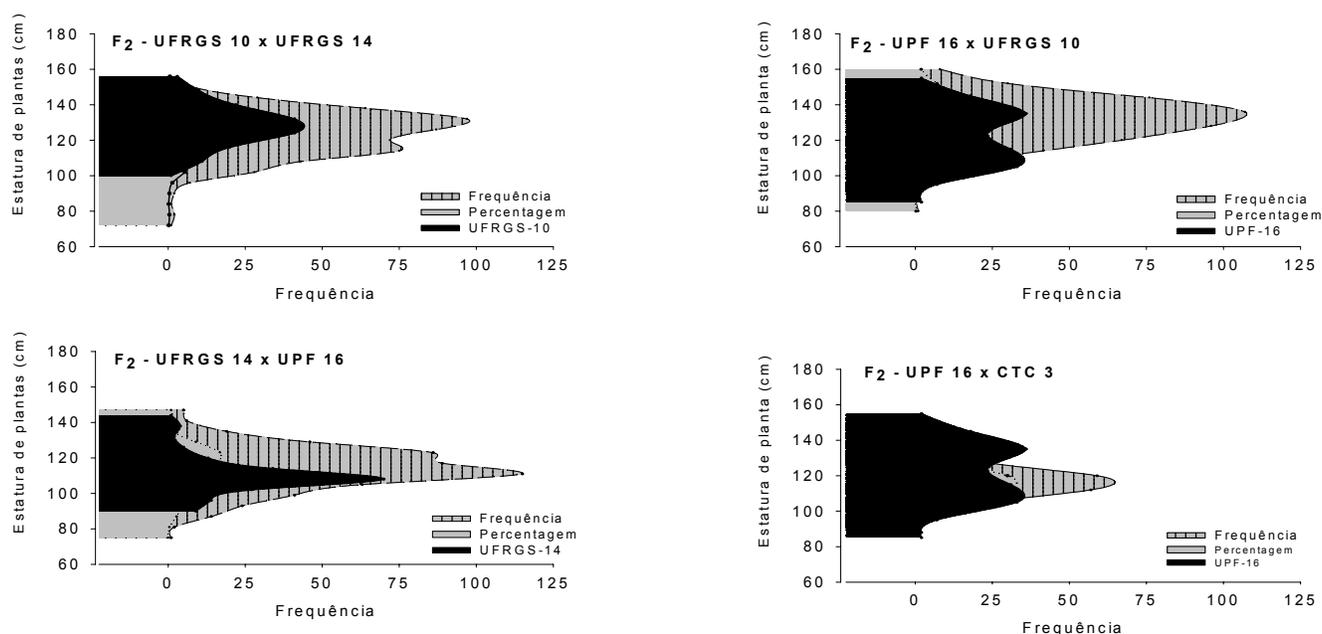


Figura 1 - Distribuições de freqüências e percentagem do número total de indivíduos avaliados para o caráter estatura de planta (cm), em uma geração fixa (Padrão) e uma geração segregante (F₂) provenientes de cruzamentos artificiais. Pelotas, 2003.

O comportamento de cada população submetida ao mutagênico químico etilmetanossulfonato (EMS) nas diferentes doses aplicadas sobre os quatro genótipos fixos estudados quanto à resposta ao mutagênico foi bastante distinto (Tabela 2), evidenciando assim, de modo prático, que esta técnica pode ser empregada para criar novos genes que conferem ao caráter estatura de planta vantagens evolutivas na seleção de genes superiores. Observando as médias pode ser verificado que o teste de t revelou diferenças significativas apenas para a população nas doses 0,5% (CTC-3) e 3,0% (CTC-3 e UFRGS-10). Ainda na Tabela 2 pode ser verificado que todas as populações estudadas mostraram uma estimativa de assimetria negativa, exceto para as populações UFRGS-14 na dose 1,5 e CTC-3 na dose 3,0%. Este resultado obtido mostra claramente que o agente mutagênico EMS teve uma forte atuação na redução deste caráter e pode ser útil na seleção de plantas com menor estatura, pois a estimativa deste parâmetro (a) fornece uma avaliação de dominância do caráter. Por exemplo, às populações UFRGS-10 na dose de 0,5% e UFRGS-10 na dose de 3,0% revelaram valores elevados de assimetria e curtose. Estimativas de assimetria negativa expressa uma tendência para favorecer a seleção de genótipos com estatura reduzida, pois desloca a curva de distribuição para a direita. Já estimativas de curtose (k) mostram o peso das caudas, ou seja, o número de indivíduos que estão situados nas extremidades da curva. Para os autores RAMIREZ-CALDERÓN et al. (2003) a irradiação de raios gama (⁶⁰Co) sobre sementes de triticale foi efetivo na indução de mutações; onde incrementou a variância fenotípica e a variância genética, facilmente modificou favoravelmente 13 caracteres de importância agrônoma entre 14 caracteres avaliados neste estudo.

Analisando a Figura 2 pode ser constatado que a população UFRGS-10 na dose de 0,5% apontou o maior número de classes fenotípicas para o caráter estatura de planta. Este fato mostra a eficiência real do agente mutagênico EMS em criar variabilidade genética; o fato que deve ser ressaltado é que apesar do agente mutagênico ser eficiente na redução do caráter estatura de planta, provavelmente essas constituições genéticas que estão situadas abaixo de 60 cm podem não ter um valor adaptativo satisfatório, principalmente em termos de rendimento de grãos por hectare. Dentre as utilidades dos mutagênicos para os programas de melhoramento, podem ser destacadas as mudanças morfofisiológicas, quebra de ligações gênicas e indução de genes marcadores (POEHLMAN, 1986). Segundo este autor a hibridação artificial geralmente é necessária para transferência de genes mutantes de interesse para genótipos superiores, fato que reforça a idéia de utilização destas duas técnicas como sendo complementares e não como excludentes com o intuito de ampliar variabilidade genética em caracteres qualitativos (governados por poucos genes). Este fato foi observado pelos autores JING et al. (2004) que comentam que as mutações induzidas muito provavelmente são causadas por um único gene recessivo e monogênico.

Analisando a população UFRGS-14 na dose 1,5% (Figura 3) pode ser verificado que apesar da estimativa de assimetria ser positiva (desloca para esquerda) a população também deslocou a curva para a direita. Este resultado pode ser explicado pelos valores altos das estimativas de assimetria e curtose. Os resultados da distribuição de freqüência para o caráter estatura de plantas dos quatro genótipos fixos de aveia na geração M₂ oriundas de tratamentos com diferentes doses do mutagênico químico EMS são apresentados nas Figuras 2

e 3. De modo geral, os dados da distribuição de frequência apontaram respostas diferenciadas no número de classes fenotípicas e, principalmente na amplitude de variação do caráter estudado, comparativamente ao padrão.

Para os genótipos UFRGS-10 e UFRGS-14 foram detectadas grandes amplitudes no número de classes fenotípicas; porém, essa variação obtida e analisada separadamente dos outros parâmetros pode causar dificuldades na interpretação dos resultados de um experimento e/ou mesmo levar o pesquisador a tirar conclusões errôneas. Sendo assim, o modo mais apropriado de interpretação destes parâmetros, extremamente influenciados pelo tamanho real da amostra pode ser a associação dos mesmos na hora da interpretação, principalmente com a curtose que revela o grau de achatamento da curva, fornecendo assim, uma idéia real de divergência genética. Para COIMBRA et al. (1998) informações sobre a distância genética de genótipos adaptados e superiores são indispensáveis para aumentar a chance de êxito de um programa de melhoramento vegetal, bem como possibilitar reduções de tempo e custo.

A análise de variância (Tabela 3) para os testes de significância dos componentes linear e quadrático da variância atribuível à dose do agente mutagênico EMS para cada genótipo avaliado na geração M_2 foi significativo. Resultados da análise de variância da regressão para a variável dependente estatura de planta (Tabela 3) indicam que a

variância significativa atribuível à dose para o mutagênico EMS é eminentemente do tipo quadrática, exceto para o genótipo UFRGS-14. Os coeficientes de regressão das equações quadráticas foram significativos ($P < 0,01$) para a geração M_2 , ocorrendo um aumento na relação com a dose do agente mutagênico com a estatura de planta no período estudado. Normalmente, pode ser observado um incremento no número de mutantes com o acréscimo das doses em ausência de efeito letais (SCOSSIROLI, 1977).

Os dados relativos à estatura de planta (Figura 4) indicam que a resposta da aveia branca à aplicação do agente mutagênico EMS é eminentemente do tipo quadrática demonstrando assim que para doses mais baixas do agente mutagênico EMS aplicadas nas sementes apresentou acréscimo linear e à medida que a dose do produto EMS cresce, o acréscimo vai se tornando menor tendendo a estabilizar nas doses mais altas, exclusivamente para este caráter.

Esta informação fornece uma noção precisa do grau de divergência genética da população submetida ao tratamento mutagênico, comparativamente ao padrão. A distribuição normal de frequência tem valores próximos a zero tanto para a assimetria quanto ao grau de curtose, independente da variância. Os resultados obtidos pelos autores MAHAR et al. (2003) corroboram a eficiência, da mutação induzida, em criar variabilidade genética em caracteres de herança quantitativa em plantas autógamas.

Tabela 2 - Assimetria (a), curtose (k), média populacional (μ) e variância (σ^2) do número de plantas avaliadas (n) para o caráter estatura de planta em cm da geração M_2 oriundas de tratamentos com diferentes doses do mutagênico químico Etilmetanossulfonato (EMS) dos quatro genótipos de aveia hexaplóide avaliados UFRGS-10, UFRGS-14, UPF-16 e CTC-3. Pelotas, RS, 2003.

Populações	Doses (%)	n	μ	σ^2	a	k
CTC3	0,5	398	137 [†]	217,38 [†]	-1,429	5,913
UFRGS 10	0,5	376	136	203,49 ^{††}	-2,215	14,404
UFRGS 14	0,5	216	106	96,58	-0,449	0,089
UPF 16	0,5	191	104	102,57	-0,459	1,016
CTC3	1,5	344	133	121,46 [†]	-0,433	0,278
UFRGS 10	1,5	390	145	99,54 [†]	-1,111	2,327
UFRGS 14	1,5	299	105	162,24 [†]	1,243	12,871
UPF 16	1,5	206	113	107,20	-1,434	2,800
CTC3	3,0	278	99 [†]	124,66	0,302	1,935
UFRGS 10	3,0	230	103 [†]	74,78 [†]	-1,5252	6,505
UFRGS 14	3,0	95	96	102,63	-0,442	0,627
UPF 16	3,0	221	111	80,12 ^{††}	-1,003	4,459
CTC3	Padrão	251	129	149,27	-0,790	1,413
UFRGS-10	Padrão	149	128	125,66	0,027	-0,035
UFRGS-14	Padrão	179	109	90,70	0,625	1,568
UPF-16	Padrão	153	121	222,38	-0,054	-0,964

[†] e ^{††} significativo a 0,05 e 0,01 de probabilidade pelo teste de t para médias F para variâncias em relação padrão

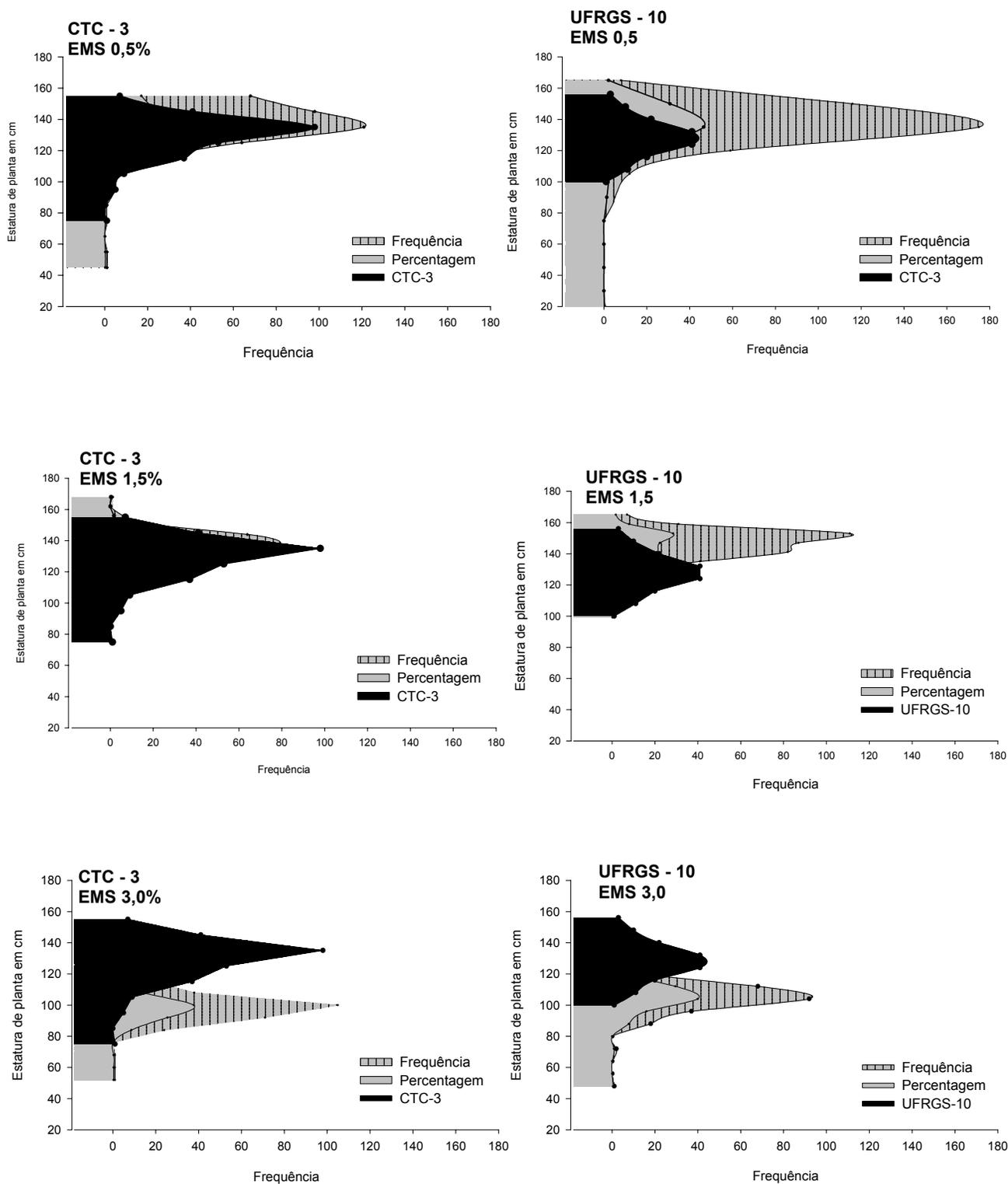


Figura 2 - Distribuições de freqüências e percentagem do número total de indivíduos avaliados para o caráter estatura de planta (cm) para os genótipos CTC-3 e UFRGS-10, em duas gerações avaliadas fixa (Padrão) e uma segregante (M_2) submetida ao agente mutagênico químico etilmetanossulfonato em três doses distintas. Pelotas, RS, 2003.

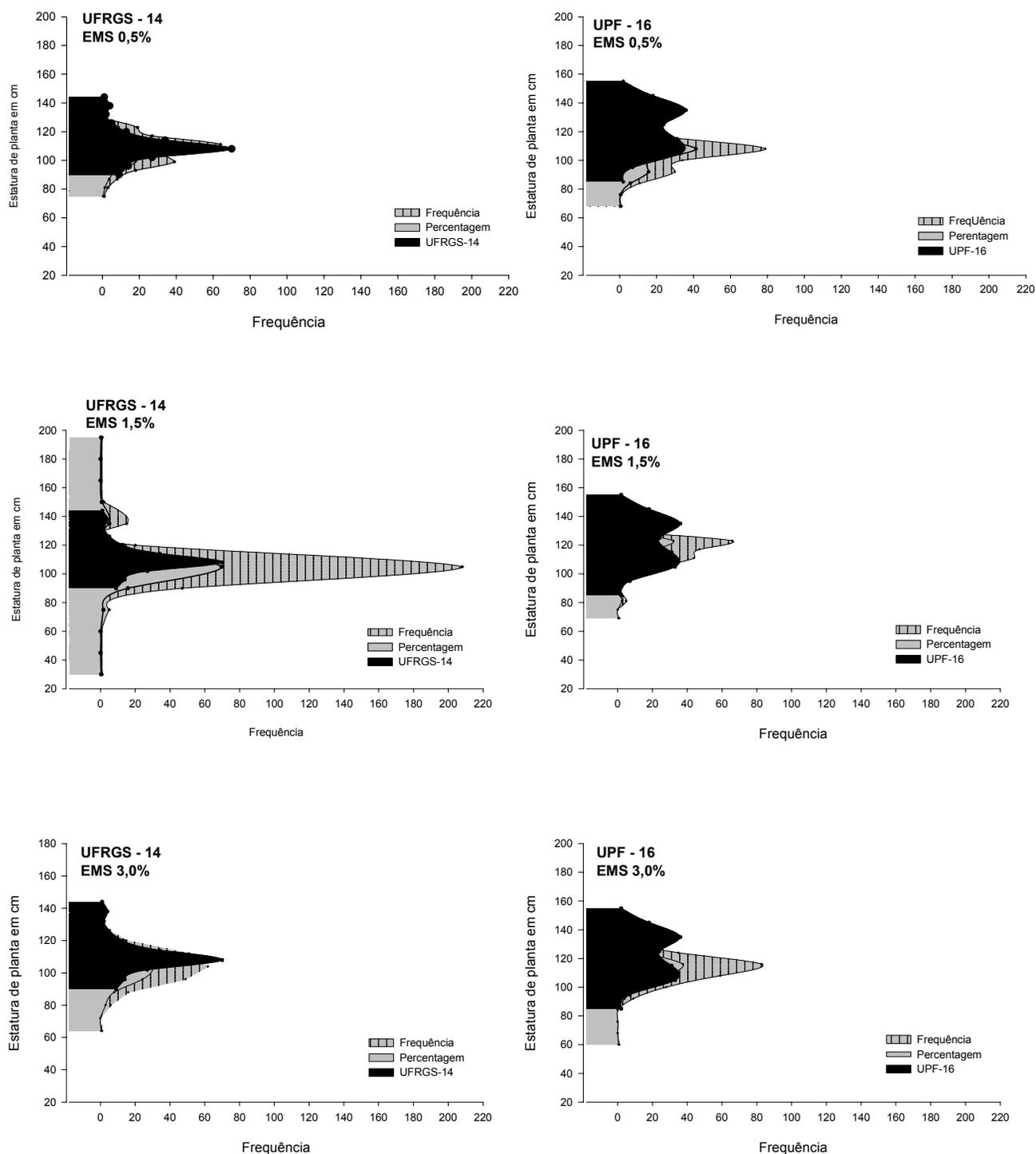


Figura 3 – Distribuição de freqüências e porcentagem do número total de indivíduos avaliados para o caráter estatura de planta (cm) para os genótipos CTC-3 e UFRGS-10, em duas gerações avaliadas fixa (Padrão) e uma segregante (M₂) submetida ao agente mutagênico químico etilmetanossulfonato em três doses distintas. Pelotas, RS, 2003.

Tabela 3 - Resultados da análise da variação da regressão para a variável dependente estatura de planta (cm) na geração M₂ para os testes de significância dos componentes linear e quadrático da variação atribuível ao efeito da dose do agente mutagênico Etilmetanossulfonato (EMS). Pelotas, RS, 2003.

Fonte	CTC-3		UFRGS-10		UFRGS-14		UPF-16	
	GL	QMA ¹	GL	QMA	GL	QMA	GL	QMA
Modelo	(2)	129629,5 [†]	(2)	18055,1 [†]	(2)	547,0 [†]	(2)	4666,1 [†]
linear	1	5744,1 [†]	1	28752,7 [†]	1	17,8	1	6891,3 [†]
quadrática	1	30229,4 [†]	1	34980,5 [†]	1	7,5	1	5250,8 [†]
Erro	1017	159,8	838	151,05	714	124,5	615	96,1
Total	1019		840		716		617	
Média (cm)		125		140		105		110
r ²		0,61		0,22		0,01		0,14
C.V.(%)		10,1		8,8		10,7		8,9

[†] e [†] significativo a 0,05 e 0,01 de probabilidade pelo teste de F para variâncias.

¹ QMA - quadrado médio ajustado (Tipo III SQ).

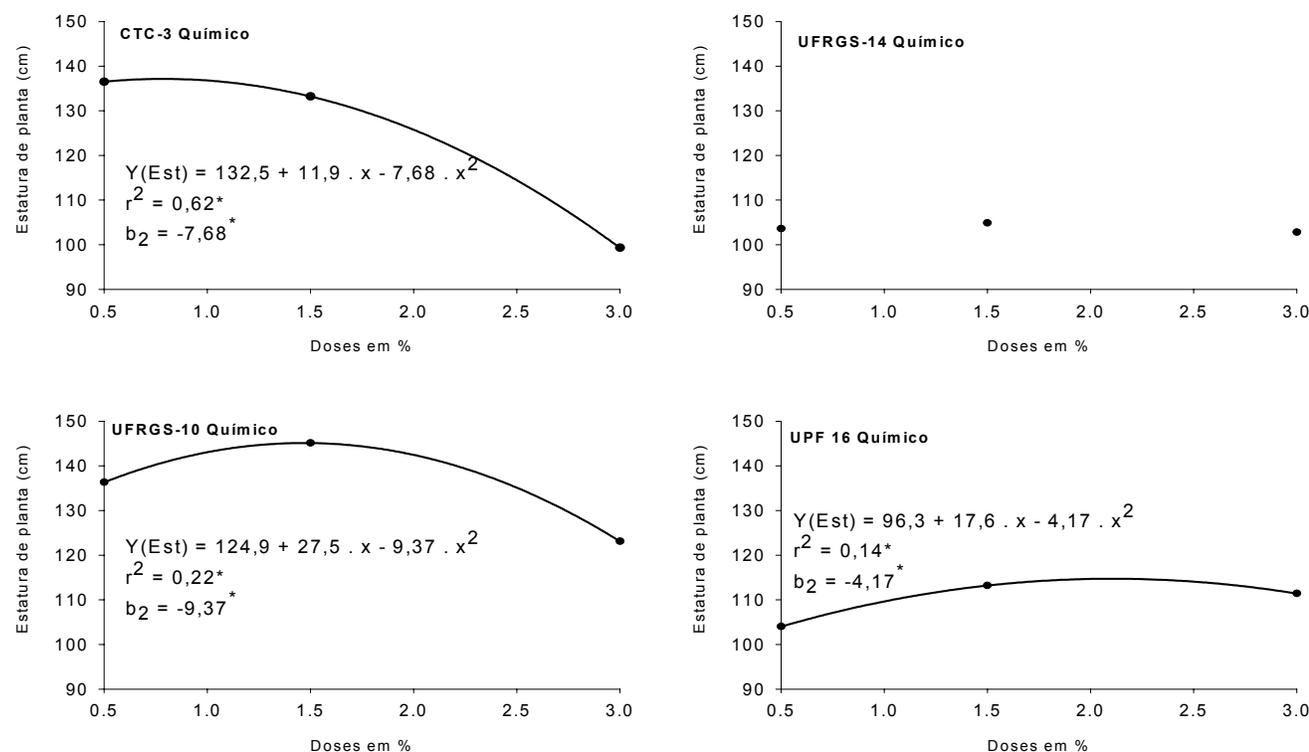


Figura 4 - Regressões ajustadas para o caráter estatura de planta (cm) avaliada em quatro genótipos na geração segregante M₂ submetidos ao tratamento mutagênico químico etilmetanossulfonato (EMS) em três doses. Pelotas, RS, 2003.

O comportamento dos genótipos submetidos à dose crescente dos agentes mutagênicos testados é coerente com aquele obtido por CARNEIRO et al. (1987) em feijão comum, PANDINI et al. (1997) em triticale, KIM et al. (2003) em arroz e COIMBRA et al. (1999) em aveia branca, indicando que, à medida que se aumenta a dose, aumenta o número de dias entre a emergência e o florescimento até certo ponto, excetuando o genótipo UFRGS-14 que não mostrou diferença estatística para o coeficiente de regressão ($P > 0,05$). Observando ainda a Figura 4, pode ser notado que todos os

genótipos responderam de forma diferente em relação à dose do agente mutagênico utilizado. Por exemplo, para a população CTC-3 (população mais sensível) o ponto de máxima com a aplicação de uma dose de aproximadamente de 0,77% (v/v) pode ser obtido um valor estimado para o caráter estatura de planta em torno de 137 cm. Por outro lado, a população UPF-16 (população menos sensível) mostrou um ponto de máxima, com a aplicação da dose de 2,1% (v/v), obtendo valor estimado de 115 cm para este caráter, aproximadamente.

Comparativamente, o mutagênico EMS na geração M₂ incrementou o caráter em doses mais baixas; o contrário do obtido quando empregadas doses mais elevadas. São do ponto de vista prático, os principais efeitos diretos do agente mutagênico etilmetanossulfonato no caráter estatura de planta em aveia hexaplóide.

CONCLUSÕES

Os cruzamentos artificiais não foram eficientes na criação de variabilidade genética para este caráter. Para criar variabilidade genética no caráter estatura de planta o uso da técnica de mutação induzida é mais eficiente do que o cruzamento artificial entre estes genitores avaliados.

Os genótipos mutantes apontaram uma sensibilidade diferenciada em relação à dose do agente mutagênico. O genótipo CTC-3 foi mais sensível e UPF-16 mostrou-se menos sensível, quando submetidos a doses crescentes do agente mutagênico EMS no intervalo avaliado (0-3%).

O estudo do genótipo UFRGS-10 na dose 0,5% apontou o maior grau de divergência genética e de dominância para o caráter em relação ao padrão.

ABSTRACT

Techniques that increase the background of the crop may allow an increase in efficiency of genetic improvement programs that use oat germplasm sources (Avena sativa). Frequently these techniques are responsible for the success of a plant breeding program. The techniques used in this study were artificial crossings and induced mutations. The objectives were to evaluate the effect of induced mutations and crossings on progenies segregating for the trait plant stature. The populations were obtained from reciprocal crossings and induced mutations, with the mutagenic agent ethylmethanesulphonate (EMS) in the doses 0, 0.5, 1.5 and 3.0%, being evaluated the variations occurring for the character plant stature, measuring the parameters average, variance, asymmetry and kurtosis in four fixed genotypes of hexaploid oat (CTC-3, UFRGS-10, UFRGS-14 and UPF-16). The obtained results revealed populations with deep segregation for the character plant stature, showing very different phenotypic classes and the possibility of identifying populations with the different values, comparatively, with the control in the four evaluated genotypes. In general, the mutation inducing technique was more efficient in the alteration of the character, comparatively to the artificial crossings. The mutagenic EMS in the generation M₂ increased the character plant stature in lower doses; the opposite being obtained in higher doses.

Key words: Avena sativa L., hybridization, EMS, asymmetry and kurtosis.

REFERÊNCIAS

CARNEIRO, J.E.S.; BARBOSA, H.M.; VIEIRA, C. et al. Alterações nos caracteres de plantas M₁ de *Phaseolus vulgaris* derivadas de sementes tratadas com etil-metanossulfonato. **Revista Ceres**, Viçosa, v.34, p.313-320, 1987.
COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; CARVALHO, F.I.F. Coeficientes de trilha, correlações canônicas e divergência genética: I. Entre caracteres primários e secundários do rendimento de grãos em genótipos de feijão preto (*Phaseolus*

vulgaris L.). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.4, n.2, p.189-194, 1998.

COIMBRA, J.L.M.; MARCHIORO, V.S.; LORENCETTI, C. et al. Comparação dos efeitos de agentes mutagênicos na primeira geração M₁ em genótipos fixos de aveia (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.5, n.1, p.12-18, 1999.

JING, J.; CHENG, Z.; ZHANG, H. et al. Preliminary study on a gravity-insensitive rice mutant. **Journal of Zhejiang University Science**, v. 5, n. 2, p. 144-148, 2004.

KIM, D.S.; LEE, I.S.; HYND, D.Y. et al. Detection of DNA instability induced from tissue culture and irradiation in *Oryza sativa* L. by RAPD analysis. **Journal of plant biotechnology**, Coréia, v. 5, n. 1, p. 25-31, 2003.

MAC KEY, J.; QUALSET, C.O. Conventional methods of wheat breeding. In: E. L. SMITH (ed.). **Genetic improvement of yield of wheat**. Madison, CSSA, p.7-23, 1986.

MAHAR, A.R.; HOLLINGTON, P.A.; VIRK, D.S. et al. Selection for early heading and salt-tolerance in bread wheat. **Cereal Research Communications**, v. 31, n.1-2, p. 81-88, 2003.

MILACH, S.C.K.; RINES, H.W.; PHILLIPS, R.L. Molecular genetic mapping of dwarfing genes in oat. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.95, p. 5-6, 1997.

MITTELMANN, A.; CARVALHO, F.I.F.; BARBOSA-NETO, J.F. et al. Herdabilidade para os caracteres ciclo vegetativo e estatura de planta em aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.6, p.999-1002, 2001.

MORISHITA, T.; YAMAGUCHI, H.; DEGI, K. et al. Dose response and mutation induction by ion beam irradiation in buckwheat. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research**, v.206, p.565-569, 2003.

MURPHY, H.C.; PETER, F.; FREY, K.J. Lodging resistance studies in oats. I. Comparing methods of testing and source for straw strength. **Agronomy Journal**, Madison, v.50, p.609-611, 1958.

PANDINI, F.; CARVALHO, F.I.F.; BARBOSA NETO, J.F. Avaliação da variabilidade genética em triticale para ciclo e estatura de planta obtida a partir de mutações induzidas e cruzamentos artificiais. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Brasília, v.3, p.55-61, 1997.

POEHLMAN, J.M. **Breeding field crops**. 3ª ed. Westport Avi. Publ., 1986. 486 p.

RAMIREZ-CALDERÓN, J.J.; CERVANTES-SANTANA, T.; VILLASENOR-MIR, M.E. et al. Selection para componentes del rendimiento de grano en Triticale Irrradiado. **Agrociencia**, v. 37, n. 6, p. 595-603, 2003.

RASMUSSEN, D.C. Selection procedure based on cross and line performance. **Crop Science**, Madison, V. 31, p. 1074-1075, 1991.

SCHLOTZAUER, S.D.; LITTELL, R.C. **SAS system for elementary statistical analysis**. Cary: SAS Institute Inc. 1987. 399p.

SCOSSIROLI, R.E. Mutations in characters with continuous variation. In: International Atomic Energy Agency: **Manual on Mutation Breeding**. 2. ed. Vienna: IAEA., 288p., 1977. Cap.6. p.118-123.

SILVA, S.A.; CARVALHO, F.I.F.; COSTA, F.L.C. et al. Efeitos dos mutagênicos azida sódica e metano sulfonato de etila, na geração M₁, em trigo (*Triticum aestivum* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.2, n.2, p.125-129, 1998.
STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. 2.ed. New York: McGraw-Hill, 1960. 633p.