

# NÚMERO DE REPETIÇÕES E TAMANHO DA PARCELA PARA SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE MILHO EM SOLOS SOB CERRADO E FÉRTIL<sup>1</sup>

MARCOS DEON VILELA DE RESENDE<sup>2</sup> e CLAUDIO LOPES DE SOUZA JÚNIOR<sup>3</sup>

RESUMO - O objetivo neste trabalho foi obter informações relativas a tamanho de parcela e número de repetições para avaliação de progênies de milho (*Zea mays* L.) em solo sob cerrado e em solo fértil. Utilizaram-se, como material experimental, 200 progênies de meios-irmãos da variedade BR 108. Aplicou-se um método que tem por base a diminuição da variância fenotípica entre médias de progênies e conseqüente aumento no ganho genético. O aumento do número de repetições mostrou-se mais eficiente que o aumento do tamanho da parcela para elevar o ganho. O aumento do número de repetições conduziu a acréscimos similares no ganho genético no cerrado e no solo fértil, e o aumento do número de plantas por parcela conduziu a um maior acréscimo no ganho genético no cerrado que no fértil, quanto ao caráter peso de espigas. Quanto ao caráter peso de espigas, indica-se a utilização de três repetições com 20 plantas por parcela no cerrado, e três repetições com 15 plantas por parcela no solo fértil. No tocante a altura da planta e da espiga, indica-se a utilização de três repetições com três plantas por parcela no cerrado, e três repetições e cinco plantas por parcela no solo fértil.

Termos para indexação: técnica experimental, precisão experimental, progresso genético, solo ácido.

## NUMBER OF REPLICATIONS AND PLOT SIZE FOR SELECTION OF MAIZE PROGENIES UNDER "CERRADO" AND FERTILE SOILS

ABSTRACT - The objective of this work was to obtain information on plot size and number of replicates necessary for evaluating progenies of corn (*Zea mays* L.) grown under cerrado and under fertile soils. Two hundred half-sib progenies of the BR 108 maize variety were used as experimental material. A method based on decreasing phenotypic variance and increasing genetic gain was applied. The increase in the number of replication was more efficient than the increase in plot size to obtain higher genetic gain; the increase in the number of replications led to similar response in genetic gain on both types of soils; the increase in the plot size led to higher response in genetic gain in the cerrado soil for ear weight. For ear weight, three replications with 20 plants per plot for the cerrado soil and three replications with 15 plants per plot for the fertile soil are indicated. For plant and ear height, three replications with three plants per plot for cerrado soil and three replications with five plants per plot for the fertile soil are indicated.

Index terms: experimental technique, experimental precision, genetic progress, acid soil.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 4 de outubro de 1996.

<sup>2</sup> Eng. Agr., M.Sc., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (CNPQ), Caixa Postal 319, CEP 83411-000 Curitiba, PR.

<sup>3</sup> Eng. Agr., Ph.D., Dep. de Genética, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), Caixa Postal 83, CEP 13418-900 Piracicaba, SP.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, o milho (*Zea mays* L.) é plantado em todo o território, apesar das grandes diferenças ambientais existentes. Composto essa grande diversidade ambiental, estão os solos sob vegetação de savana denominada "cerrados", a maioria dos quais são fortemente ácidos e correspondem a 1,8 milhões de km<sup>2</sup> do território brasileiro (Lopes & Cox, 1977). O cultivo do milho nos solos dos cerrados apresenta sérios problemas decorrentes do alumínio tóxico, o qual afeta seriamente o desenvolvimento das raízes, a eficiência na utilização da água e dos nutrientes, e o desenvolvimento da planta de maneira geral. O desenvolvimento de genótipos mais adaptados a esse tipo de solo constitui alternativa bastante promissora para uma utilização mais efetiva de grandes extensões de terra do País.

Os trabalhos realizados com seleção recorrente em solos de cerrado, no Brasil, têm sido incipientes, tornando-se necessários estudos mais detalhados a esse respeito. Na aplicação de técnicas experimentais ao melhoramento, a importância de informações adequadas a respeito do número de plantas por parcela e de repetições para avaliação de progênies de milho é de conhecimento generalizado entre os pesquisadores, sendo que tais informações existem nas condições de solos normais (não-ácidos), não existindo, entretanto, nos solos ácidos (contendo alumínio tóxico).

Quanto ao tamanho ótimo de parcela, uma revisão sobre os métodos para sua determinação é apresentada por Storck (1979). Os vários métodos se baseiam na relação observada entre o tamanho da parcela e a variação residual, diferindo em diversos aspectos. Diversos autores têm mostrado a existência de uma relação inversa entre o tamanho da parcela e o erro experimental (Day, 1920; Smith, 1938; Steel & Torrie, 1960; Hatheway, 1961; Le Clerg et al., 1962; Le Clerg, 1967). Desta forma, o aumento no tamanho da parcela leva a diminuição da variação

entre parcelas. No entanto, tal diminuição não é proporcional ao tamanho da parcela (Le Clerg, 1967) e pouco ganho em precisão é obtido com o incremento no tamanho de unidades experimentais já suficientemente grandes.

Outro aspecto da técnica experimental, relacionado à precisão dos resultados de um experimento, refere-se ao número de repetições. O erro-padrão da média de um tratamento, obtida de um experimento, é dado por, sendo  $\sigma$  o desvio-padrão residual ao nível de parcelas, e  $r$ , o número de repetições (Steel & Torrie, 1960). Desta forma, médias mais precisas são obtidas quando se utiliza número elevado de repetições. De fato, vários são os trabalhos em que se relata a associação observada entre o número de repetições e a precisão experimental (Day, 1920; Federer, 1955; Hatheway, 1961; Le Clerg et al., 1962; Storck, 1979; Storck & Uitdewilligen, 1980).

Nos programas de melhoramento, a diminuição do erro experimental em função do número de plantas por parcela e de repetições é de grande interesse, uma vez que conduz a redução da variância fenotípica, contribuindo para aumento do coeficiente de herdabilidade, e, conseqüentemente, para maiores progressos genéticos com seleção (Eberhart, 1970).

Ambientes muito contrastantes podem apresentar diferenças na forma de conduzir o experimento.

O presente trabalho foi conduzido visando obter informações a respeito do tamanho da parcela e número de repetições ideais para avaliação de progênies em solos de cerrado (ácidos) e solos normais (não-ácidos).

## MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho, utilizaram-se 200 progênies de meios-irmãos obtidas da variedade de milho BR 108, do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) da Embrapa. Estas progênies foram avaliadas em dois ambientes contrastantes - solo de cerrado e solo fértil -, localizados na área experimental do CNPMS, no município de Sete Lagoas, MG, no ano agrícola de 1986/1987. O solo com vegetação de cerrado apresenta pH em torno de 5,0 e nível tóxico de alumínio, principalmente na camada subsuperficial, enquanto o solo denominado "fértil" apresenta pH em torno de 6,0 e não apresenta alumínio (Resende, 1989).

As progênies foram divididas em dois grupos e avaliadas em dois experimentos por ambiente, com delineamento em látice 10 x 10, duas repetições, e testemunhas (híbrido duplo XL 670 e híbrido intervarietal BR 301) intercalares. As parcelas constituíram-se de uma única linha de 5,0 m de comprimento, com espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,20 m entre covas, perfazendo-se 25 plantas por parcela. Os caracteres avaliados foram: peso das espigas despalhadas, altura da planta e altura da espiga.

Foram realizadas análises de variância relativas aos caracteres peso das espigas, altura da planta e altura da espiga, segundo o delineamento em látice (Cochran & Cox, 1957). Das análises individuais de cada experimento foram tomados os quadrados médios de tratamentos ajustados e o erro efetivo, os quais foram ponderados para reunir em uma só análise as 200 progênies avaliadas em cada ambiente e para obter as análises de variância agrupadas por ambiente. O esquema da análise de variância agrupada de cada ambiente, com as respectivas esperanças dos quadrados médios relativos a cada fonte de variação das médias das parcelas, encontra-se na Tabela 1.

A partir das análises de variância, foram estimados os seguintes componentes de variância, segundo Vencovsky (1987):

variância genética entre progênies;

variância do erro na parcela;

variância fenotípica entre plantas dentro das parcelas.

A precisão das estimativas desses componentes de variância foi determinada conforme Vello & Vencovsky (1974).

Nos estudos relativos à determinação do tamanho de parcela e número de repetições ideais para avaliação de progênies, usou-se o método descrito por Eberhart (1970, 1972). Tal método baseia-se na diminuição da variância fenotípica entre médias de progênies e conseqüente aumento no progresso esperado com seleção. Assim, foram utilizadas as expressões do progresso esperado com seleção ( $G_s$ ) quanto aos caracteres peso de espigas, altura da planta e da espiga, correspondentes a cada um dos dois ambientes, cuja expressão geral (Vencovsky, 1987) é:

$$G_s = \frac{K}{(\sigma_p^2 + \sigma_e^2 / r + \sigma_d^2 / nr)^{1/2}} \sigma_p^2,$$

onde  $K$  é o diferencial de seleção padronizado.

Fixando-se o numerador da expressão anterior, em relação a cada caráter em cada um dos ambientes, trabalhou-se apenas com os denominadores da expressão para cada um dos casos.

Em cada repetição ( $r$ ) variando de 2 a 9, avaliaram-se diversos valores quanto a número de plantas ( $n$ ) dentro de parcelas (5 a 50 relativas ao caráter peso de espigas, e 1 a 25 relativas aos caracteres altura da planta e da espiga). Em cada variação do número de repetições e número de plantas por parcela obtiveram-se valores relativos ao progresso genético esperado com seleção, os quais foram utilizados para plotar as curvas apresentadas.

Quanto ao caráter peso de espigas, foram apresentadas também curvas considerando-se apenas os acréscimos no progresso esperado com seleção em função do aumento do número de plantas por parcela, a partir de um número inicial de cinco plantas. Estes acréscimos foram apresentados de forma acumulada e em valor absoluto para cada variação do número de plantas por parcela.

**TABELA 1. Esquema de análise de variância agrupada em cada ambiente, com as respectivas esperanças dos quadrados médios, ao nível de médias de parcelas.**

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios	Esperanças de quadrados médios
Progênes/experimento	$g_1$	$Q_1$	$\frac{\sigma_d^2}{n} + \sigma_e^2 + r\sigma_p^2$
Resíduo médio	$g_2$	$Q_2$	$\frac{\sigma_d^2}{n} + \sigma_e^2$
Dentro	$g_3$	$Q_3$	$\sigma_d^2$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores e significâncias dos quadrados médios obtidos nas análises de variância agrupadas por ambiente, em relação aos três caracteres, juntamente com os coeficientes de variação experimental, encontram-se na Tabela 2. Nos dois ambientes, os quadrados médios de Progênes/Experimento foram significativos (teste F,  $P < 0,01$ ) em relação a todos os caracteres, exceto no que diz respeito ao caráter peso de espigas no cerrado, cuja significância foi detectada ao nível de 10% de probabilidade. Os coeficientes de variação experimental no tocante ao caráter peso de espigas foram de 10,51% no fértil e 13,91% no cerrado, enquanto mantiveram-se aproximadamente constantes nos dois ambientes, em torno de 5,0% e 7,0% no que tange aos caracteres altura da planta e altura da espiga, respectivamente, podendo ser considerados dentro dos limites aceitáveis na experimentação agrônômica.

Na Tabela 3 são apresentadas as estimativas dos componentes de variância relativos aos três caracteres avaliados, bem como seus respectivos desvios padrões. Verifica-se, pela Tabela 3, que o caráter peso de espigas apresentou menor variabilidade genética no cerrado do que no solo fértil, o que concorda com os resultados obtidos por Aguiar (1986). A estimativa da variância genética entre progênes apresentada no cerrado corresponde a 45,82% da apresentada no ambiente fértil, o que indica a reduzida variabilidade genética do material quando submetido a solo ácido. O caráter altura de espiga apresentou comportamento similar ao de peso de espigas, enquanto no tocante à altura da planta a variabilidade manteve-se praticamente constante de um ambiente para outro.

**TABELA 2. Valores e significâncias dos quadrados obtidos nas análises de variância agrupadas, em relação a peso das espigas (grama/planta), altura da planta (centímetro), altura da espiga (centímetro), nos dois ambientes.**

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios		
		Peso das espigas	Altura da planta	Altura da espiga
----- cerrado -----				
Repetições/experimento	2	1458,9848	710,2500	649,1250
Progênes/experimento	198	451,9680*	225,9520**	106,1184**
Resíduo médio	162(160) <sup>1</sup>	361,9807	128,0947	59,0977
C.V. (%)		13,91	5,99	7,88
----- fértil -----				
Repetições/experimento	2	1169,1410	238,5000	198,8750
Progênes/experimento	198	648,0800**	190,5808**	169,4110**
Resíduo médio	162(160) <sup>1</sup>	451,6866	92,2964	79,0318
C.V. (%)		10,50	4,18	6,94

<sup>1</sup> Valor entre parênteses: graus de liberdade do resíduo referente ao caráter peso de espigas; houve perdas de graus de liberdade devidas à correção (método de covariância) para estande ideal de 25 plantas.

\* Significativo a 10% de probabilidade.

\*\*Significativo a 1% de probabilidade.

**TABELA 3. Estimativas da variância genética entre progênies ( $\sigma_p^2$ ), variância do erro ao nível de parcelas ( $\sigma_c^2$ ) e variância fenotípica entre plantas dentro de parcelas ( $\sigma_d^2$ ), com seus respectivos desvios-padrões, para três caracteres nos dois ambientes (cerrado e fértil).**

	No cerrado			No fértil		
	Peso de espigas (gramas) <sup>2</sup>	Altura da planta (centímetros) <sup>2</sup>	Altura da espiga (centímetros) <sup>2</sup>	Peso das espigas (gramas) <sup>2</sup>	Altura da planta (centímetros) <sup>2</sup>	Altura da espiga (centímetros) <sup>2</sup>
$\sigma_p^2$	44,9936±30,2506	48,9287±13,3290	23,5103±6,2290	98,1967±40,9843	49,1422±10,8061	45,1896±9,5285
$\sigma_c^2$	269,4107±43,4178	105,8915±14,1674	42,7900±6,5516	368,0257±52,3185	42,8542±10,3411	36,2267±8,8577
$\sigma_d^2$	2314,2515±81,7701	111,0158± 3,9226	81,5383±2,8810	2091,5243±73,9004	247,2107± 3,7348	214,0259±7,5622

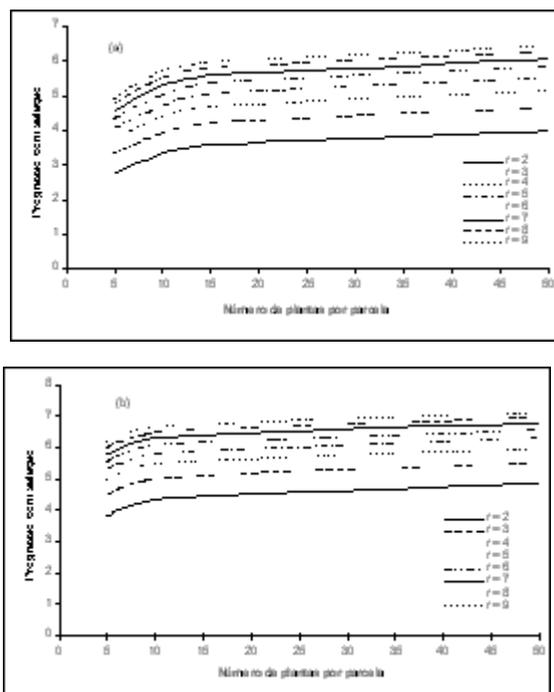
Na Tabela 3 são apresentadas as estimativas dos componentes de variância relativos aos três caracteres avaliados, bem como seus respectivos desvios padrões. Verifica-se, pela Tabela 3, que o caráter peso de espigas apresentou menor variabilidade genética no cerrado do que no solo fértil, o que concorda com os resultados obtidos por Aguiar (1986). A estimativa da variância genética entre progênies apresentada no cerrado corresponde a 45,82% da apresentada no ambiente fértil, o que indica a reduzida variabilidade genética do material quando submetido a solo ácido. O caráter altura de espiga apresentou comportamento similar ao de peso de espigas, enquanto no tocante à altura da planta a variabilidade manteve-se praticamente constante de um ambiente para outro.

Os desvios padrões das estimativas para altura da planta e da espiga podem ser considerados razoáveis em ambos os ambientes, quando comparados aos citados na literatura por Hallauer & Miranda Filho (1988). Quanto ao caráter peso de espigas, os erros associados às estimativas apresentaram-se aceitáveis, sendo, entretanto, bastante superiores (proporcionalmente às estimativas) no cerrado, onde se observou também maior coeficiente de variação experimental. Isto sugere maiores cuidados experimentais em tal ambiente.

Baseando-se no fato de que o tamanho da parcela e o número de repetições estão relacionados com a precisão experimental (erro experimental), obtendo-se as estimativas dos componentes de variância, a variância fenotípica pode ser predita para qualquer combinação do número de plantas por parcela e número de repetições utilizadas na avaliação dos genótipos (Eberhart, 1970, 1972). Desta forma, determina-se a combinação ideal que maximize o progresso genético esperado com seleção.

As curvas de caracterização dos incrementos no progresso com seleção em função do aumento do número de plantas por parcela e de repetições, no tocante aos caracteres peso de espigas, altura da planta e da espiga, encontram-se nas Figs. de 1 a 4.

Quanto ao caráter peso de espigas no cerrado e no solo fértil, as curvas encontram-se na Fig. 1. Verifica-se que nos dois ambientes o aumento no número de repetições mostrou-se mais eficiente que o aumento no tamanho da parcela para elevar o progresso genético esperado com seleção. Este fato está de acordo com Hatheway (1961), Le Clerg et al. (1962), Thomas & Abou-el-Fittouh (1968), Storck (1979) e Chaves (1985), que constataram a mesma relação entre número de repetições e tamanho da parcela, para elevar à precisão experimental. Constata-se, ainda, que o aumento do número de repetições conduz a acréscimos similares no progresso, com seleção relativa ao cerrado e ao fértil, o que indica que não são necessárias alterações no número de repetições quando se avaliam progênies em solo ácido, em relação ao número adotado em solos não-ácidos.



**FIG. 1. Relação entre o progresso esperado com seleção em porcentagem da média de cada ambiente ( $G_s$ , (%)) e número de plantas por parcela ( $X$ ) no tocante ao caráter peso de espigas, com diferentes números de repetições ( $r$ ) no cerrado (a) e no fértil (b).**

Quanto ao número de plantas por parcela, observa-se que o aumento no progresso esperado com seleção apresenta um padrão assintótico, apresentando pequeno aumento a partir de determinado número de plantas, o que concorda com Eberhart (1970, 1972) e Chaves (1985).

A Fig. 2 ilustra, comparativamente, o efeito do aumento do número de plantas por parcela no solo de cerrado e em solo fértil. A Fig. 2a apresenta a taxa de aumento no progresso esperado com seleção (em porcentagem da média de cada local), acumulado a partir de cinco plantas por parcelas até 50 plantas por parcela; essa taxa mantém-se aproximadamente constante, independentemente do número de repetições utilizado. Por esta figura verifica-se claramente que o aumento do número de plantas por parcela, comparativamente, conduz a maiores acréscimos no progresso com seleção no cerrado que no solo fértil. Isto ocorre devido à maior variância fenotípica entre plantas dentro de parcela verificada no cerrado, como consequência, provavelmente, de maior heterogeneidade ambiental dentro de parcela nesse tipo de solo, e indica que em tal ambiente compensa utilizar um maior número de plantas por parcela do que em solo fértil.

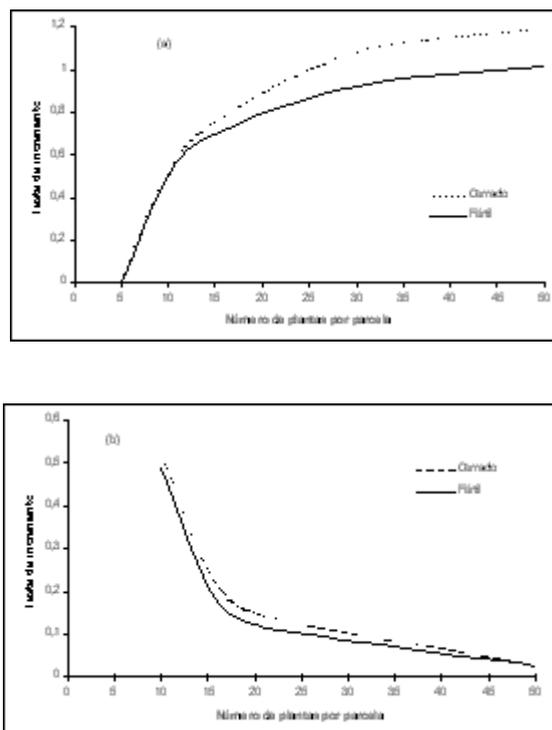
A Fig. 2b apresenta a taxa de aumento no progresso esperado com seleção em função de cada aumento de cinco plantas dentro da parcela. Verifica-se que no solo fértil, a partir de 20 plantas por parcela, ocorrem acréscimos inferiores a 0,1% a cada aumento de cinco plantas, fato que ocorre no cerrado a partir de 25 plantas por parcela.

Considerando que parcelas de 5 m com 25 plantas são mais comumente utilizadas no melhoramento do milho nos solos férteis, vale ressaltar que nos solos de cerrado as parcelas deverão apresentar 30 plantas para conduzir à mesma eficiência. Estes resultados estão de acordo com Le Clerg (1967) e Storck (1979), que apontam a heterogeneidade do solo como principal fator ambiental que provoca variação em experimentos de campo, sugerindo a utilização de parcelas de maior tamanho em áreas experimentais heterogêneas, e parcelas menores em áreas mais homogêneas.

Tem sido verificada, recentemente, a possibilidade de utilização de parcelas de menores tamanhos, no melhoramento do milho. Eberhart (1970, 1972) mostrou que parcelas relativamente pequenas poderiam ser usadas já que pequenos aumentos no progresso com seleção podem ser obtidos quando se utilizam mais de 15 ou 20 plantas por parcela, no tocante ao caráter produção de grãos.

Sanchez (1972) determinou que em um experimento com seis repetições, o tamanho ótimo da parcela para permitir a obtenção de estimativas de parâmetros com precisão aceitável deve ser de 17 plantas, no que tange ao caráter produção de grãos em milho.

Segundo Chaves (1985), a combinação entre tamanhos de parcela e número de progênies avaliadas levou a um tamanho ótimo de parcela entre 3 m e 4 m, o que corresponde a 15 e 20 plantas por parcela, em relação ao caráter produção de grãos, e, com este tamanho de parcela, o ganho esperado com seleção foi maximizado, com o número de repetições utilizado.



**FIG. 2.** Taxa de incremento (%) no progresso esperado com seleção com o aumento do número de plantas por parcela a partir de cinco, acumulada (a), e correspondente a cada acréscimo de cinco plantas (b), no tocante ao caráter peso de espigas, no cerrado e no fértil.

No presente trabalho, determina-se, pela Fig. 2, caráter peso de espigas despalhadas, que a maximização do progresso com seleção ocorre com aproximadamente 15 plantas no solo fértil, e 20 no cerrado, sendo então estes os tamanhos de parcela indicados.

Quanto ao número de repetições, Chaves (1985) mostrou que fixando-se a área total ocupada por progênie no ensaio, e minimizando o tamanho da parcela, o máximo de ganho por seleção é conseguido aumentando-se o número de repetições. Segundo Eberhart (1970), maiores progressos são conseguidos pelo aumento do número de repetições, dependendo do tipo de progênie utilizada. De acordo com o autor, a variância fenotípica entre progênies de meios-irmãos contém pequena parte da variância genética aditiva em relação a progênies  $S_1$ , e, devido a isso, respondem mais ao aumento do número de repetições do que as últimas.

No presente trabalho, verifica-se, que o aumento do número de repetições de duas para três conduz a considerável aumento no progresso com seleção (Fig. 1). Assim sendo, quando se trata de progênies de meios-irmãos, indica-se a utilização de três repetições, o que não acarretará problemas com relação ao número de sementes, já que deverá ser utilizado também um menor número de plantas por parcela. Considerando um mesmo tratamento, o uso de parcelas menores possibilita a utilização de um número de repetições mais elevado, o que leva a uma maior precisão na estimativa da variância residual, pelo aumento do número de graus de liberdade do resíduo. O uso de parcelas maiores no cerrado é indicado também como forma de obterem-se estimativas de parâmetros genéticos mais precisas em tal ambiente, visto que o caráter peso de espigas apresentou baixas precisões de estimativas em relação à verificada no solo fértil. Isto concorreria para maior eficiência dos programas de seleção conduzidos em solos de cerrado.

No que diz respeito aos caracteres altura da planta e da espiga, os efeitos dos aumentos do número de plantas por parcela e de repetições, no progresso com seleção, estão caracterizados nas Figs. 3 e 4. Verifica-se que ambos caracteres exibiram o mesmo tipo de comportamento. No cerrado, o acréscimo no progresso com seleção é um pouco maior pelo aumento do número de repetições de duas para três do que no solo fértil, tratando-se dos dois caracteres, sendo que neste, o aumento no progresso também é considerável.

Quanto ao número de plantas por parcela, verifica-se que cinco plantas em solo fértil e três plantas em solo de cerrado praticamente maximizam o progresso com seleção em relação a ambos os caracteres. Assim sendo, para solos de cerrado indica-se a utilização de três plantas por parcela e três repetições, enquanto para solo fértil indicam-se cinco plantas por parcela e três repetições.

Sendo o caráter peso de espigas, de baixa herdabilidade, e os caracteres altura da planta e altura da espiga, de alta herdabilidade, pode-se recomendar, no que diz respeito a caracteres do milho: a) três repetições e 20 plantas por

parcela no solo de cerrado, e três repetições com 15 plantas por parcela no solo fértil, se se tratar de caracteres de baixa herdabilidade; b) três repetições e três plantas por parcela no solo de cerrado, e três repetições e cinco plantas por parcela no solo fértil, tratando-se de caracteres de alta herdabilidade.

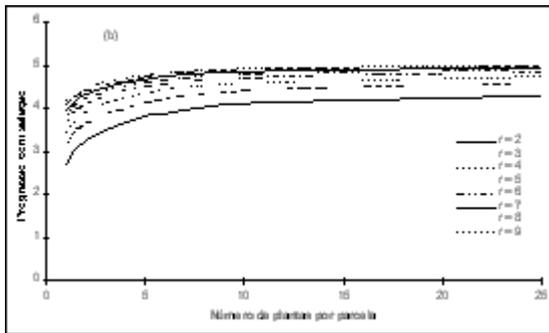
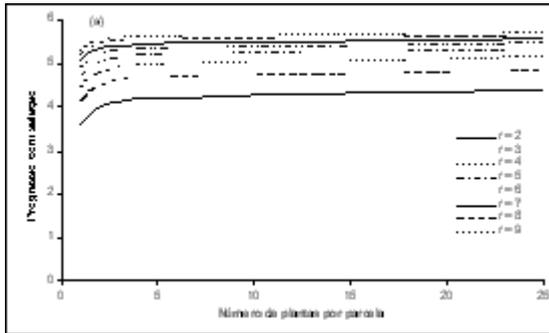


FIG. 3. Relação entre o progresso esperado com seleção em porcentagem da média de cada ambiente ( $G_s$ , (%)) e número de plantas por parcela ( $X$ ) no tocante ao caráter altura da planta, com diferentes números de repetições ( $r$ ) no cerrado (a) e no fértil (b).

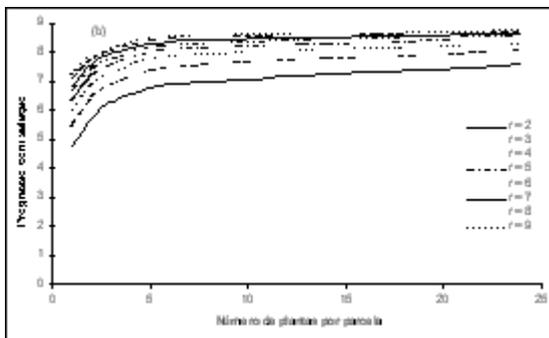
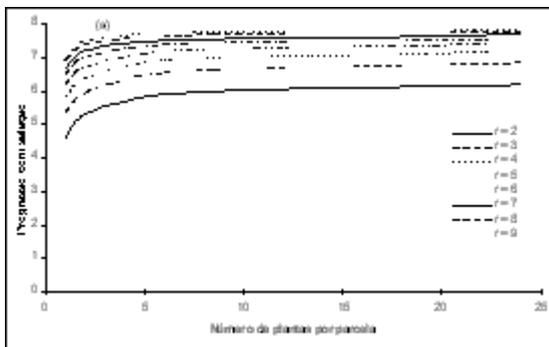


FIG. 4. Relação entre o progresso esperado com seleção em porcentagem da média de cada ambiente ( $G_s$ , (%)) e número de plantas por parcela ( $X$ ) no tocante ao caráter altura da espiga, com diferentes números de repetições ( $r$ ) no cerrado (a) e no fértil (b).

## CONCLUSÕES

1. O aumento do número de repetições mostra--se mais eficiente que o aumento do tamanho da parcela para elevar o progresso genético esperado com seleção.
2. O aumento do número de repetições conduz a acréscimos similares no progresso com seleção em solos sob cerrado e solo fértil.
3. O aumento do número de plantas por parcela, comparativamente, conduz a maior acréscimo no progresso com seleção em solo sob cerrado que em solo fértil, no que tange ao caráter peso de espigas.
4. No tocante ao caráter peso de espigas, é suficiente a utilização de três repetições com 20 plantas por parcela, em solo de cerrado e, três repetições com 15 plantas por parcela em solo fértil.
5. Quanto a altura da planta e a altura da espiga, é suficiente a utilização de três repetições com três plantas por parcela em solo de cerrado, e três repetições e cinco plantas por parcela em solo fértil.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, P.A. de. **Avaliação de progênies de meios irmãos da população de milho CMS-39 em diferentes condições de ambiente**. Lavras: ESAL, 1986. 68p. Tese de Mestrado.
- CHAVES, L.J. **Tamanho da parcela para seleção de progênies de milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1985. 148p. Tese de Doutorado.
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental designs**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1957. 611p.
- DAY, J.W. The relation of size, shape, and number of replications of plots to probable error in field experimentation. **Journal of the American Society of Agronomy**, Geneva, v.12, p.100-105, 1920.
- EBERHART, S.A. Factors affecting efficiencies of breeding methods. **African Soils**, Paris, v.15, p.669-680, 1970.
- EBERHART, S.A. Techniques and methods for more efficient population improvement in sorghum. In: RAO, N.G.P.; HOUSE, L.R. (Eds.). **Sorghum in seventies**. New Delhi: Oxford & IBH Publishing, 1972. p.197-213.
- FEDERER, W.T. **Experimental design: theory and application**. New York: MacMillan Publishing Company, 1955. 544p.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1988. 468p.
- HATHEWAY, W.H. Convenient plot size. **Agronomy Journal**, Madison, v.53, p.279-280, 1961.
- LE CLERG, E.L.; LEONARD, W.H.; CLARK, A.G. **Field plot technique**. Minneapolis: Burgess Publishing, 1962. 373p.
- LE CLERG, E.L. Significance of experimental design in plant breeding. In: FREY, K.J. (Ed.). **Plant breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1967. 430p.
- LOPES, A.S.; COX, F.R. A survey of the fertility status of soils under "Cerrado" vegetation in Brazil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.41, p.742-747. 1977.
- RESENDE, M.D.V. de. **Seleção de genótipos de milho (*Zea mays* L.) em solos contrastantes**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1989. 212p. Tese de Mestrado.
- SANCHEZ, F.D. Tamaño de muestra para representar poblaciones de maiz. **Agrociencia**, Chapingo, v.8-B, p.163-177, 1972.
- SMITH, H.F. An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. **Journal of Agri-cultural Science**, Cambridge, v.28, p.1-23, 1938.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw-Hill, 1960. 481p.
- STORCK, L. **Estimativa para o tamanho e forma de parcela e número de repetições para experimentos com milho (*Zea mays* L.)**. Porto Alegre: UFRGS, 1979. 98p. Tese de Mestrado.
- STORCK, L.; UITDEWILLIGEN, W.P.M. Estimativa para tamanho e forma de parcela e número de repetições para experimentos com milho (*Zea mays* L.). **Agronomia Sul-riograndense**, Porto Alegre, v.16, p.269-282, 1980.
- THOMAS, H.L.; ABOU-EL-FITTOUH, H.A. Optimum plot size and number of replications for estimating forage yield and moisture percentage. **Agronomy Journal**, Madison, v.60, p.549-550, 1968.
- VELLO, N.A.; VENCOVSKY, R. Variâncias associadas às estimativas de variâncias genéticas e coeficientes de herdabilidade. **Relatório Científico do Departamento de Genética/ESALQ**, Piracicaba, v.8, p.238-248, 1974.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (Eds.). **Melhoramento e produção de milho**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, cap. 5, p.137-214.