

AVALIAÇÃO DE FAMÍLIAS DE MEIOS-IRMÃOS DE MILHO EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS ENTRE LINHAS

PAULO ALENCAR DE ARAÚJO¹, VANDERLEI DA SILVA SANTOS², ODAIR BISON³, E JOÃO CÂNDIDO DE SOUZA³

¹Eng. Agrônomo, Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas, Doutorando em Genética e Melhoramento de Plantas da "Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz" ESALQ-USP. Rua José de Alencar 321. CEP. 13419-505 Piracicaba, SP. Email: paraujo@esalq.usp.br (autor para correspondência).

²Pesquisador II – Embrapa - Mandioca e Fruticultura, Rua Embrapa S/N. Caixa Postal 007, Cep. 44380-000 Cruz das Almas, BA. Email: vssantos@esalq.usp.br

³Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras (UFLA). Caixa Postal 37, CEP. 37200-000 Lavras, MG odbison@hotmail.com e cansouza@ufla.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.4, n.3, p.428-435, 2005

RESUMO - Estudou-se o potencial genético da população de milho CMS39, em arranjos distintos de semeadura, em que foram avaliadas 196 famílias de meios-irmãos em diferentes espaçamentos entre linhas. Os experimentos foram conduzidos na área experimental do Departamento de Biologia da UFLA, em Lavras, MG, no ano agrícola de 2001/2002. Foram conduzidos dois experimentos distintos e contíguos, sendo que o delineamento utilizado em ambos os casos foi o látice simples 14 x 14. No primeiro experimento, a parcela foi composta por uma fileira de quatro metros de comprimento, com espaçamento de 50 centímetros entre linhas e 40 cm entre plantas. No segundo experimento, modificou-se o espaçamento entre linhas, de 50 para 90 cm, e entre plantas, de 40 para 22,2 cm, mantendo-se a mesma densidade, 50.000 plantas ha⁻¹. As características avaliadas foram peso de espigas despalhadas, altura de plantas, altura de espigas e prolificidade. A interação espaçamento-genótipo foi significativa, indicando que é mais eficiente conduzir programas de melhoramento de milho em diferentes espaçamentos entre linhas para essa população. O espaçamento de 50 cm entre linhas proporcionou melhor rendimento de peso de espigas e maior prolificidade. Os ganhos com a seleção para o peso das espigas foram similares nos dois espaçamentos avaliados. Sendo assim, é mais interessante a condução de um programa de melhoramento utilizando-se o espaçamento de 50 cm entre linhas, por proporcionar a obtenção de maiores médias para as características avaliadas.

Palavras-chave: *Zea mays*, seleção recorrente e melhoramento genético

EVALUATION OF CORN HALF SIB FAMILIES AT DIFFERENT INTER ROW SPACING

ABSTRACT - In this work, 196 half-sib corn families from CMS 39 population were evaluated at different inter row spacing with the purpose of verifying their genetic potential in distinct sowing arrangements. The experiments were conducted in 2001/2002, at the experimental area of UFLA's Biology Department, located in Lavras, Minas Gerais, Brazil. Two distinct and contiguous experiments were conducted in a 14 x 14 simple lattice design with two replications and sown in a non-tillage system. On the first experiment, plots were represented by single 4 m long, 50 cm spaced rows. The spacing between plants within rows was 40.0 cm. On the second experiment, the inter row spacing

was 90.0 cm and inter plant spacing was 22.2 cm, keeping the same density of 50.000 plants ha⁻¹. The evaluated traits were husked ear weight, plant/ear height and prolificacy. Interaction row spacing x genotype was significant, indicating it is more efficient to conduct corn improvement programs at different inter row spacing for this population. The 50.0 cm inter row spacing provided the best ear weight yield and greatest prolificacy. Gains from selection for ear weight were similar at both spacings, but it is more interesting to carry out a breeding program at 50.0 cm inter row spacing, because this arrangement provided the highest average for all the evaluated characters.

Key words: *Zea mays*, recurrent selection , genetic breeding

A cultura do milho ocupa lugar de destaque, devido ao grande progresso que tem havido no acúmulo de conhecimentos científicos relacionados com essa espécie, mas também em razão do grande valor econômico e do imenso potencial que ela apresenta.

A seleção recorrente tem por finalidade aumentar a frequência dos alelos favoráveis nas populações, isto é, o seu desempenho médio na expressão do caráter, mantendo a variabilidade necessária durante os ciclos de seleção subsequentes (Souza Jr., 2001). Para atingir esse objetivo, existem inúmeras opções de métodos, envolvendo como unidade seletiva indivíduos ou famílias (Paterniani & Campos, 1999).

O método de seleção recorrente mais usado no Brasil é a seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos, a qual tem sido utilizada com sucesso no melhoramento do milho (Paterniani, 1968 e Carvalho *et al.*, 2000a). Uma das grandes vantagens é a possibilidade de estimar a variância genética aditiva, que consiste em um componente de grande importância, por ser a principal causa de semelhança entre parentes.

Geralmente, o espaçamento entre linhas adotado pela maioria dos produtores de milho, no Brasil, fica entre 0,80 e 0,90 m, devido, principalmente, à inadequação das máquinas agrícolas em sistemas que adotam espaçamentos inferiores a 0,80 m. Entretanto, já há no mercado máquinas e equipamentos agrícolas que permi-

tem a adoção de espaçamento entre linhas de até 0,45 m (Fancelli & Dourado Neto, 2000). Lambert & Lowenberg-DeBoer (2003) relataram análises econômicas das mudanças na redução do espaçamento entre linhas, para soja e milho, e observaram que a redução do espaçamento favorece maior retorno financeiro para os agricultores da região Nordeste do Corn Belt (EUA) e menor retorno para os da região Central e Sul do Corn Belt, constituindo uma das causas do uso de maior quantidade de inseticida. Outros autores concordam com os resultados acima de, que os maiores retornos com as mudanças de espaçamentos entre linhas seriam para região Norte do Corn Belt (Cox *et al.*, 1998 e Farnham, 2001).

A exploração da elevada capacidade de rendimento de grãos de milho está relacionada ao contínuo desenvolvimento de técnicas que propiciam a maximização do seu potencial. Sendo assim, sistemas de plantio em menores espaçamentos entre linhas permitem melhor distribuição espacial entre plantas, proporcionando diferentes respostas em produtividade (Barbieri *et al.*, 2000; Sangoi *et al.*, 2001; Argenta *et al.*, 2001; Ma *et al.*, 2002). Além de apresentar algumas vantagens, dentre as quais maior cobertura do solo, diminuindo as perdas de água por evaporação e a redução da competição de ervas daninhas, principalmente de espécies que não toleram sombra (Johnson *et al.*, 1998; Begna *et al.*, 2001; Maddonni *et al.*, 2001; Andrade *et al.*, 2002).

Dessa forma, o melhor aproveitamento do ambiente pelas plantas de milho é potencializado com o uso de um arranjo equidistante de plantas (Argenta *et al.*, 2001), no qual a redução da competição intra-específica favorece a absorção de nutrientes, água, luz e CO₂ (Sangoi *et al.*, 2001; Flesch & Vieira, 2004).

Este trabalho teve como objetivo avaliar famílias de meios-irmãos de milho da população CMS 39, em diferentes espaçamentos entre linhas, a fim de verificar o seu potencial em arranjos distintos de semeadura.

Material e Métodos

A população de milho CMS 39 é um composto originado a partir da recombinação de 55 cultivares (incluindo híbridos simples, duplos, intervarietais e algumas variedades-elites de polinização aberta, que, após intercruzadas, a população foi recombinada por mais quatro gerações, utilizando o método irlandês modificado (Aguiar, 1986)), tendo como principais características o porte alto das plantas e grãos semidentados de cor amarela. Foram conduzidos dois experimentos, na área experimental do Departamento de Biologia da UFLA, durante a safra agrícola de 2001/2002, e foram avaliadas 196 famílias de meios-irmãos de milho, referentes ao sexto ciclo de seleção entre e dentro das famílias. O delineamento utilizado em ambos os casos foi o látice simples 14 x 14. A parcela experimental foi composta por uma fileira de quatro metros. No primeiro experimento, as parcelas foram espaçadas 50 cm entre linhas, com 40 cm entre plantas. No segundo experimento, modificou-se o espaçamento entre linhas e entre plantas para 90 e 22,2 cm, respectivamente mantendo-se a mesma densidade, 50.000 plantas ha⁻¹. Foram aplicados 400 kg ha⁻¹ NPK (8-28-16) + 0,3% de Zn e, em cobertura 60 kg ha⁻¹, de nitro-

gênio.

Nos dois experimentos, foram tomados os dados de altura das plantas (AP), altura das espigas (AE), prolificidade (Prol, em esp.pl⁻¹) e peso das espigas despalhadas (PE), sendo os dados relativos a este caráter posteriormente corrigidos para 13% de umidade e transformados em t ha⁻¹.

Os dados foram submetidos à análise de variância simples, para cada experimento, e, posteriormente, realizou-se a análise conjunta, para todos os caracteres avaliados. Os parâmetros fenotípicos e genéticos foram estimados com base na metodologia de Vencovsky & Barriga (1992). O ganho esperado em um caráter Y, na condição A, quando a seleção é praticada sobre o mesmo caráter na condição B, pode ser expressa como uma função do diferencial de seleção e da herdabilidade do caráter Y.

$Gesp_{y(y')} = Ds_{y(y')} \times h_{y'}^2$, em que: $Gesp_{y(y')}$ – Ganho esperado no caráter Y na condição A, pela seleção direta no caráter Y na condição B (Y'); $h_{y'}^2$ – herdabilidade do caráter Y'; $Ds_{y(y')}$ – diferencial de seleção indireto, dado por: $Ds_{y(y')} = x_{sy} - x_{oy}$ em que x_{sy} – média original do caráter Y e x_{oy} – média das famílias em relação ao caráter Y na condição A, quando a seleção é praticada no caráter Y na condição B (Y').

Resultados e Discussão

O coeficiente de variação experimental (CVe%) variou entre caracteres e entre experimentos, mas está dentro dos intervalos encontrados por Gomes (1985) (Tabela 1). Constataram-se diferenças significativas entre famílias para produtividade de espigas despalhadas e prolificidade, no espaçamento de 50 cm entre linhas. No espaçamento de 90 cm entre linhas, todos os caracteres avaliados foram significativos. A prolificidade média variou de 1,01 a 1,19, nos

espaçamento de 90 e 50 cm, respectivamente, e variou significativamente entre os espaçamentos. Observa-se que o maior número de espigas por planta refletiu no aumento de produtividade, o que pode ser explicado pela melhor distribuição equidistante das plantas.

Verifica-se que as estimativas das variâncias genéticas (s^2_G) entre famílias obtidas no espaçamento de 50 cm, para PE e Prol, foram superiores às obtidas com 90 cm, estando de acordo com os resultados descritos em outros trabalhos, como o de Carvalho *et al.*, (2000a). Quan-

TABELA 1. Valores dos quadrados médios (QM) das análises de variância, médias de produtividade de espigas despalhadas (PE), altura de plantas (AP), altura de espigas (AE) e prolificidade (Prol) e coeficiente de variação experimental (CVe, %), obtidos da avaliação de famílias de meios-irmãos da população CMS 39, nos espaçamentos de 50 e 90 cm e na análise conjunta. Lavras, MG, ano agrícola de 2001/2002.

Espaçamento	FV	GL	QM			
			PE (t ha ⁻¹)	AP (m)	AE (m)	Prol (esp pl ⁻¹)
50 cm	Famílias	195	9,058**	0,031	0,038	0,058**
	Erro Efetivo	169	6,385	0,026	0,035	0,041
	Média		10,76	2,64	1,67	1,19
	CVe (%)		23,47	6,07	11,22	17,08
90 cm	Famílias	195	3,066**	0,045**	0,051**	0,028**
	Erro efetivo	169	1,698	0,013	0,016	0,018
	Média		8,56	2,67	1,71	1,01
	CVe (%)		15,22	4,24	7,31	13,25
Conjunta	Espaçamentos (E)	1	950,666**	0,176	0,434*	6,066**
	Famílias (G)	195	7,156**	0,046**	0,052**	0,040**
	G x E	195	5,168*	0,030**	0,038**	0,046**
	Erro médio	390	4,042	0,020	0,026	0,030
	Média		9,66	2,65	1,69	1,10
	CVe (%)		16,63	4,67	8,15	13,74

*, **: significativo pelo teste F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

do se consideram as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos a partir da análise conjunta, também se constata a existência de variabilidade genética entre famílias, para os todos caracteres (Tabela 2).

As estimativas obtidas a partir dos coeficientes de variação genética (CV_G, %) (Tabela 2) mostraram alterações na variabilidade genética das famílias, nos dois espaçamentos. A herdabilidade média para famílias de meios-irmãos (%) (Tabela 2) atingiu valores elevados na

maioria dos caracteres avaliados, independentemente dos experimentos, evidenciando que a seleção entre famílias deverá ser muito eficiente. Esses resultados assemelham-se aos obtidos em outros trabalhos que utilizaram seleção recorrente de famílias de meios-irmãos (Carvalho *et al.*, 2000a e 2000b). Observa-se que a herdabilidade foi maior no espaçamento de 90 cm entre linhas, devido a uma menor variação ambiental.

O ganho com a seleção utilizando o diferencial de seleção (% de GS_{Ds}), para o espaçamento

TABELA 2. Estimativas da variância genética (σ_G^2), desvio-padrão da variância genética [$s(\sigma_G^2)$], variância fenotípica (σ_F^2), herdabilidade média (%), percentagem do coeficiente de variação genética (CV_G), variância da interação (σ_{GE}^2) e componente quadrático do espaçamento (ϕ_e), obtidos da avaliação das famílias de meios-irmãos da população CMS 39, nos espaçamentos de 50 e 90 cm e na análise conjunta. Lavras, MG, ano agrícola de 2001/2002.

Espaçamento	Parâmetros	Peso de espigas (t ha ⁻¹)	Altura de plantas (m)	Altura de espigas (m)	Prolificidade (esp pl ⁻¹)
50 cm	$\hat{\sigma}_G^2$	1,3365	0,0025	0,0015	0,0085
	$s(\hat{\sigma}_G^2)$	0,5722	0,0021	0,0027	0,0057
	$\hat{\sigma}_F^2$	4,5290	0,0155	0,019	0,029
	h_m^2 (%)	29,51	16,13	7,89	29,31
	CV_G (%)	10,74	1,89	2,32	7,75
90 cm	$\hat{\sigma}_G^2$	0,6840	0,0160	0,0175	0,0050
	$s(\hat{\sigma}_G^2)$	0,1797	0,0024	0,0027	0,0017
	$\hat{\sigma}_F^2$	1,5330	0,0225	0,0255	0,0140
	h_m^2 (%)	44,62	71,11	68,63	35,71
	CV_G (%)	9,66	4,74	7,74	7,00
Conjunta	$\hat{\sigma}_G^2$	0,7785	0,0065	0,0065	0,0025
	$s(\hat{\sigma}_G^2)$	0,3883	0,0024	0,0028	0,0023
	$\hat{\sigma}_F^2$	1,7890	0,0115	0,0130	0,0100
	ϕ_e	4,7934	0,0007	0,0020	0,0304
	σ_{GE}^2	0,2815	0,0025	0,0030	0,0040
	h_m^2 (%)	43,52	56,52	50,00	25,00
	CV_G (%)	9,13	3,04	4,77	4,55

de 50 cm, foi de 8,09% e, para o espaçamento de 90 cm, foi de 8,65% (Tabela 3). Utilizando a intensidade de seleção padronizada (% de GS_i), para predições dos ganhos, observa-se que para o espaçamento de 50 cm, os ganhos foram de 8,11% e, para o espaçamento de 90 cm, foram de 8,96%; na análise conjunta, o ganhos foram de 8,37%. Vários estudos de espaçamentos entre fileiras têm sido analisados e discutidos, porém, não são consensuais. Alguns demonstram clara vantagem na produtividade de grãos com a redução do espaçamento entre linhas (Barbieri *et al.*, 2000; Sagoi *et al.*, 2001; Widdicombe & Thelen, 2002; Valentinuz *et al.*, 2003; Ali *et al.*, 2003; Dourado Neto *et al.*, 2003; Lambert & Lowenberg-DeBoer,

2003; Flesch & Vieira, 2004). Outros resultados não mostram vantagem alguma em cultivar milho em espaçamentos estreitos (Merotto Junior *et al.*, 1997; Wesgate *et al.*, 1997) ou são indiferentes quanto à redução dos espaçamentos entre linhas (Liu *et al.*, 2004).

Considerando a seleção das 20,4% melhores famílias de meio-irmãos, nos dois espaçamentos, foram feitos dois exercícios, para saber qual seria o ganho esperado no espaçamento de 50 cm se a seleção fosse baseada no espaçamento de 90 cm ou na média dos espaçamentos e vice-versa.

Os valores da Tabela 3 indicam que, se esse procedimento fosse adotado, o ganho espe-

TABELA 3. Estimativas do ganho com a seleção (GS) através do diferencial de seleção (Ds) e através da intensidade de seleção (i), na população CMS 39, para a produtividade de espigas despalhadas ($t\ ha^{-1}$), com a seleção das 20,4% melhores famílias de meios-irmãos e do ganho esperado (Gesp.), no espaçamento de 90 cm entre linhas, com a seleção no espaçamento de 50 cm entre linhas e na análise conjunta e vice-versa.

Espaçamento h_m^2	(%)	GS _{Ds} (%)	GS _i (%)	Gesp. ₉₀ (%)	Gesp. ₅₀ (%)
50 cm	29,51	8,09	8,11	1,58	-
90 cm	44,62	8,65	8,96	-	2,34
Conjunta	43,52	8,51	8,37	5,99	7,26

rado no espaçamento de 50 cm, quando a seleção fosse realizada no espaçamento de 90 cm, seria de 2,34%, maior que o ganho esperado em 90 cm quando a seleção fosse realizada no espaçamento de 50 cm entre linhas, o qual seria de 1,58%. Considerando a seleção baseada na análise conjunta, observa-se que o ganho esperado no menor espaçamento (7,26%) foi superior ao do maior espaçamento (5,99%).

Conclusões

A interação espaçamento-genótipo indicou que é possível conduzir programas de melhoramento de milho para diferentes espaçamentos entre linhas.

O espaçamento de 50 cm entre linhas proporcionou os melhores rendimentos de peso de espigas e de prolificidade.

Os ganhos esperados com a seleção para o peso de espigas são similares nos dois espaçamentos. Sendo assim, é mais interessante a condução de um programa de melhoramento no espaçamento de 50 cm entre linhas, por estar associado a maiores médias dos caracteres avaliados.

Literatura Citada

AGUIAR, P. A. de. **Avaliação de progênies de meio-irmãos da população de milho CMS 39 em diferentes condições de ambiente.** Lavras,

ESAL, 1986. 68 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ALI, K.; SHAH, S.; BASIR, A.; AKBAR, H. Effect of intra and inter row spacing on the performance of maize. **Sarhad Journal of Agriculture**, Peshawar, v.19, n. 4, p. 433-437, 2003.

ANDRADE, F. H.; CALVINO, P.; CIRILO, A.; BARBIERI, P. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, n. 5, p. 975-980, 2002.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001.

BARBIERI, P. A.; ROZAS, H. R. S.; ANDRADE, F. H.; ECHEVERRIA, H. E. Row spacing effects at different levels of nitrogen availability in maize. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, p. 283-288, 2000.

BEGNA, S. H.; DWYER, H. L. M.; STEWAR, D. W.; CLOUTIER, D.; ASSEMAT, L.; FOROUTAN, P. K.; SMITH, D. L. Weed biomass production response to plant spacing

- and corn hybrids differing in canopy architecture. **Weed Technology**, Champaign, v. 15, p. 647-653, 2001.
- CARVALHO, H. W. L.; LEAL, M. L. S.; GUIMARÃES, P. E. O.; SANTOS, M. X.; CARVALHO, P. C. L. Três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos na população de milho CMS-52. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 8, p. 1621-28, 2000b.
- CARVALHO, H. W. L.; GUIMARÃES, P. E. O.; LEAL, M. L. S.; CARVALHO, P. C. L.; SANTOS, M. X. Avaliação de progênies de meios-irmãos da população de milho CMS-453 no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 8, p. 1577-1584, 2000a.
- COX, W. J.; CHERNEY, D. R.; HANCHAR, J. J. Row spacing hybrid, and plant density effects on corn silage yield and quality. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 11, p. 128-134, 1998.
- DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P. A.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, L. P.; ROMANO, M. R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas. v. 2, n. 3, p. 63-77, 2003.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária., 2000. 360 p.
- FARNHAM, D. E. Row spacing, plant density, and hybrid effects on corn grain yield and moisture. **Agronomy Journal**, Madison. v. 93, p. 1049-1053, 2001.
- FLESCH, R. D.; VIEIRA, L. C. Spacing and plant populations of hybrids with different cycles in the west of Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 34, n. 1, p. 25-31, 2004.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 1985. 466 p.
- JOHNSON, G. A.; HOVERSTAD, T. R.; GREENWALD, R. E. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides and cultivation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n.1, p. 40-46, 1998.
- LAMBERT, D. M.; LOWENBERG-DEBOER, J. Economic analysis of row spacing for corn and soybean. **Agronomy Journal**, Madison. v. 95, p. 564-573, 2003.
- LIU, W.; TOLLENAAR, M.; STEWART, G.; DEEN, W. Within-row plant spacing variability does affect corn yield. **Agronomy Journal**, Madison. v. 96, p. 275-280, 2004.
- MA, B. L.; QWYER, L. M.; COSTA, C. Row spacing and fertilizer nitrogen effects on plant growth and grain yield of maize. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 82, p. 241-247, 2002.
- MADDONNI, G. A.; GUI, M. E.; CIRILO, A. G. Plant population density, row spacing and hybrid effects on maize canopy architecture and light attenuation. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 71, n. 3, p. 183-193, 2001.
- MEROTTO JUNIOR, A.; ALMEIDA, M. L. de; FUCHS, O. Aumento no rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas. **Ciência Rural**. Santa Maria. v. 27, n. 4, p. 549-554, 1997.
- PATERNIANI, E. Formação de compostos de milho. **Relatório Científico da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, p.102-108, 1968.

- PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhora-
mento do milho. In: BORÉM, A. (Ed.) **Melho-
ramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV,
1999. p. 429-485.
- SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.;
ALMEIDA, M. L. de; HEBERLE, P. C. Influence
of row spacing reduction on maize grain yield in
regions with a short summer. **Pesquisa
Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n.
6, p. 861-869, 2001.
- SOUZA JUNIOR, C. L. Melhoramento de espé-
cies alógamas. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C.
C.; MELO I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C.
(Ed.) **Recursos genéticos e melhoramento de
plantas**. Rondonópolis: Fundação Rondonópolis,
2001. p. 159-199.
- VALENTINUZ, O.; BARBAGELATA, P.;
PAPAROTTI, O. Row spacing in maize hybrids
with different plant structure. **Revista Científi-
ca Agropecuária**, Paraná, v. 7, n.1, p. 7-11, 2003.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética
Biométrica no Fitomelhoramento**. Ribeirão Pre-
to: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.
- WESTGATE, M. E.; FORCELLA, F.; REICOSKY,
D. C.; SOMSEN, J. Rapid canopy closure for maize
production in the northern US corn belt: radiation-
use efficiency and grain yield. **Field Crops
Research**. Amsterdam. v. 49, p. 249-258, 1997.
- WIDDICOMBE, W. D.; THELEN, K. D. Row
width and plant density effects on corn grain
production in the northerm corn belt. **Agronomy
Journal**, Madison. v. 94, p. 1020-1023, 2002.