

CORRELAÇÕES GENOTÍPICAS, FENOTÍPICAS E AMBIENTAIS EM PROGÊNIES DE MILHO¹

MARGARIDA AGOSTINHO LEMOS², ELTO EUGÊNIO GOMES E GAMA,
ANTÔNIO CARLOS DE OLIVEIRA³ e MARCELO RENATO ALVES DE ARAÚJO⁴

RESUMO - Neste trabalho são estimados os coeficientes de correlação genotípica, fenotípica e ambiental no segundo ciclo de seleção da população Dentado Composto, envolvendo os caracteres: altura da planta (AP), altura da espiga (AE), número de espigas por planta (NE), número de espigas mal empalhadas (NEME), danos de *Spodoptera frugiperda* (SF) e de *Heliothis zea* (HZ) e peso de grãos (PG). As estimativas provêm de experimentos de avaliação de progênies de meios-irmãos, na Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), em 1986. As correlações genotípicas foram maiores que as fenotípicas, em todos os casos, exceto entre NEME e HZ. As correlações genotípicas foram positivas entre PG e os caracteres AP e NE; entre AE e HZ e entre HZ NEME; negativas entre AP e SF; SF e HZ e também entre PG e SF e PG e HZ, indicando a importância da seleção para resistência à *S. frugiperda* e à *H. zea*.

Termos para indexação: *Zea mays*, parâmetros genéticos, caracteres da planta, caracteres da espiga.

GENOTYPIC, PHENOTYPIC AND ENVIRONMENTAL CORRELATIONS IN PROGENIES OF CORN

ABSTRACT - This paper presents estimates for genotypic, phenotypic and environmental correlation coefficients in the second cycle of selection for maize "Dentado composto" population, which involved the following traits: plant height (PH), ear height (EH), ear number per plant (EN), ear number with husk problems (ENHP), *Spodoptera frugiperda* (SF), *Heliothis zea* (HZ) and grain yield (GY). Data came from experimental trials carried out at Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA) fields, in 1986. The genotypic correlations were greater than the phenotypic ones in all cases except for ENHP x HZ. The genotypic correlations were positive between GY and the PH and EN traits; between EH x HZ and between HZ x ENHP; negative between PH x SF; SF x HZ as well as between GY x SF and GY x HZ, indicating the importance of selection for resistance to *S. frugiperda* and *H. zea*.

Index terms: *Zea mays*, genetic parameters, plant traits, ear traits.

INTRODUÇÃO

Um dos objetivos primordiais do melhoramento de milho é a obtenção de genótipos com alta capacidade produtiva de grãos, e o conhe-

cimento dos diferentes fatores que influem na produtividade é de grande importância para alcançar o objetivo desejado. Dentre os fatores que ocasionam baixo rendimento à cultura do milho encontram-se as pragas, estando entre as principais a *S. frugiperda* ou lagarta-do-cartucho, cuja infestação se inicia na fase de plantas jovens e vai até a produção de grãos, podendo até destruir a inflorescência masculina, comprometendo seriamente a produção de grãos; e a *H. zea* ou lagarta-da-espiga que se alimenta dos estilo-estigmas, palha e extremidade da ráquis, até atingir os grãos leitosos e facilita a penetração de fungos e de outras pragas dos grãos, através dos orifícios produzidos nas espigas.

¹ Aceito para publicação em 16 de março de 1992.

² Enga.-Agra., Profª.-Adjunta, Dep. Agron., Universidade Federal do Recife (UFRPE), Caixa Postal 2071, CEP 52071 Recife, PE. Bolsista do CNPq.

³ Eng.-Agr., Ph.D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Caixa Postal 151, CEP 35700 Sete Lagoas, MG.

⁴ Eng.-Agr., M.Sc., IPA, Caixa Postal 1022, CEP 50751 Recife, PE. Bolsista do CNPq.

O controle das pragas através da aplicação de inseticidas, além de aumentar os custos de produção, apresenta inúmeras desvantagens, como: a toxidez ao homem, às plantas e ao ambiente, e o aparecimento de insetos cada vez menos sensíveis aos inseticidas empregados. O emprego de variedades resistentes é considerado o método ideal de controle de pragas, uma vez que suas populações podem ser reduzidas abaixo de seus níveis de dano econômico sem causar nenhum distúrbio ou poluição ambiental, além de não acrescentar nenhum custo de produção ao agricultor.

Nos programas de melhoramento genético, é de grande importância o conhecimento das correlações entre os caracteres que concorrem para uma maior produção de grãos, pois isso facilita a seleção dos genótipos favoráveis e pode dar um direcionamento à metodologia de seleção.

O objetivo do presente trabalho foi a determinação dos coeficientes de correlação genotípica, fenotípica e ambiental, envolvendo os caracteres: altura da planta, altura da espiga, número de espigas por planta, número de espigas mal empalhadas, danos de *S. frugiperda* e de *Heliothis zea* e peso de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

Em 1984, foi iniciado o segundo ciclo de seleção no milho Dentado Composto, visando resistência à *S. frugiperda* e à *H. zea*, através da seleção entre e dentro de progênes de meios-irmãos. Foram avaliadas 400 progênes em quatro experimentos em látice 10 x 10 com duas repetições, sendo uma em Caruaru e outra em São Bento do Una, PE. Foram usadas duas testemunhas (híbridos simples AG-305B e CMS 200), plantadas no início, no meio e no fim de cada repetição.

A parcela foi formada por uma fileira de 10 m de comprimento, onde foram plantadas três sementes por cova, com desbaste para uma planta por cova, quinze dias após o plantio. O espaçamento usado foi de 1,00 x 0,50 m, correspondendo a uma densidade populacional de 20.000 plantas/ha.

Os caracteres avaliados foram: altura da planta (AP), altura da espiga (AE), danos de *S. frugiperda* (SF) (utilizou-se como parâmetro a escala visual de notas de Carvalho, 1970), danos de *H. zea* (HZ) (ava-

liados através de uma escala revisada proposta por Widstrom, 1967), número de espigas por planta (NE), número de espigas mal empalhadas (NEME), e peso de grãos (PG). Foram tomados os dados de dez plantas competitivas, para todos os caracteres e em cada local.

Os experimentos não receberam tratamento fitossanitário e foram instalados distantes de áreas que receberam aplicações de inseticidas. Foram consideradas infestações naturais das pragas.

A fim de se obterem estimativas das correlações, genotípicas, fenotípicas e ambientais utilizadas neste estudo, foram realizadas as análises de variância para todos os caracteres avaliados e determinadas as estimativas dos parâmetros genéticos. As análises de covariância foram obtidas entre os caracteres AP e SF; AP e PG; AE e HZ; NE e PG; NEME e HZ; HZ e PG; SF e HZ; e SF e PG. As análises de variância para todos os caracteres foram realizadas de acordo com o método relatado por Vencovsky (1969).

As estimativas das variâncias genéticas e ambientais foram obtidas ao nível de plantas individuais e de médias de parcelas. As estimativas da variância genética entre progênes ($\hat{\sigma}_D^2$) e da variância do erro ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_d^2$) e da variância fenotípica dentro de progênes ($\hat{\sigma}_d^2$) foram obtidas de acordo com as esperanças dos quadrados obtidos (Tabela 1).

Ainda de acordo com este método, as estimativas da variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), da variância fenotípica entre plantas ($\hat{\sigma}_F^2$), da variância fenotípica entre médias de progênes ($\hat{\sigma}_F^2$), e do coeficiente de

TABELA 1. Esquema da análise de variância, em delineamento látice, com as esperanças dos quadrados médios E(QM) ao nível de plantas individuais e de médias de parcelas da população Dentado Composto. Caruaru e São Bento do Una, PE, 1984.

Causas da variação	GL	QM	E(QM)	F
Prog. Aj/Exp.	g_1	Q_1	$\hat{\sigma}_d^2/k + \hat{\sigma}_e^2 + r \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_P^2}$	Q_1/Q_2
Res. Intra B/Exp.	g_2	Q_2	$\hat{\sigma}_d^2/k + \hat{\sigma}_e^2$	Q_2/Q_3
Dentro	g_3	Q_3	$\hat{\sigma}_d^2$	

GL - graus de liberdade; QM - quadrados médios; K - número de plantas por parcela.

herdabilidade no sentido restrito e ao nível de planta (h^2), foram obtidas da seguinte maneira:

$$\hat{\sigma}_A^2 = 4\hat{\sigma}_P^2; \quad \hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_P^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2;$$

$$\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_P^2 + \hat{\sigma}_e^2/r + \hat{\sigma}_d^2/nr = Q_1/nr;$$

$$\hat{h}^2 = \hat{\sigma}_A^2/\hat{\sigma}_F^2$$

Os produtos médios entre os caracteres AP e SF; AP e PG; AE e HZ; NE e PG; NEME e HZ; HZ e PG; SF e HZ; e SF e PG, foram obtidos pelo método relatado por Kempthorne (1966, p.264).

As esperanças matemáticas dos produtos médios ao nível de plantas individuais e de médias de parcelas encontram-se na Tabela 2. De acordo com esta Tabela, as estimativas das covariâncias genéticas e fenotípicas ao nível de plantas individuais e de médias de parcelas entre os caracteres estudados foram obtidas a partir dos produtos médios, de maneira análoga à utilizada na estimação dos componentes da variância. Assim, foram estimados: Cov_d = covariância fenotípica entre plantas dentro de progênies; Cov_e = covariância do erro ambiental entre parcelas; Cov_p = covariância genética entre progênies; Cov_A = covariância genética aditiva; Cov_F = covariância fenotípica entre plantas.

As correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais entre os caracteres foram estimadas de acordo com o procedimento relatado por Falconer (1964) e Kempthorne (1966), ou seja:

TABELA 2. Esperança matemática dos produtos médios [E(P.M.)], obtidos nas análises de covariância segundo o delineamento em látice, para os diversos caracteres estudados ao nível de plantas individuais e de médias de parcela da população Dentado Composto, Caruaru e São Bento do Una, PE, 1984.

Causas de variação	GL	PM	E(PM)
Prog. Aj./Exp.	g_1	P_1	$Cov_d/K + Cov_e +$
Res. Intra B/Exp.	g_2	P_2	$rCov_p$
Dentro	g_3	P_3	$Cov_d/K + Cov_e$ Cov_d

K - número de plantas por parcela.

$$r_{A(x,y)} = \frac{Cov_A(x,y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_{Ax}^2 \cdot \hat{\sigma}_{Ay}^2}}$$

$$r_{F(x,y)} = \frac{Cov_F(x,y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_{Fx}^2 \cdot \hat{\sigma}_{Fy}^2}}$$

$$r_{E(x,y)} = \frac{r_{F(x,y)} - r_{A(x,y)} \cdot \hat{h}_x \cdot \hat{h}_y}{\sqrt{(1 - \hat{h}_x^2) \cdot (1 - \hat{h}_y^2)}}$$

sendo:

$r_{A(x,y)}$ = coeficiente de correlação genética aditiva entre os caracteres x e y;

$r_{F(x,y)}$ = coeficiente de correlação fenotípica entre os caracteres x e y;

$r_{E(x,y)}$ = coeficiente de correlação ambiental entre os caracteres x e y.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos quadrados médios da análise da variância para os caracteres estudados encontram-se na Tabela 3. Houve diferença altamente significativa ($P < 0,01$) entre progênies para AP, AE, NE, NEME, HZ e PG; para SF não foi estatisticamente significativo o teste F para progênies.

Na Tabela 4 são apresentadas as estimativas da variância genética entre progênies de meios-irmãos ($\hat{\sigma}_P^2$), da variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), da variância ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$), da variância dentro de progênies ($\hat{\sigma}_d^2$), da herdabilidade no sentido restrito ao nível de plantas (\hat{h}^2) e da média (\bar{X}) dos caracteres estudados.

Na Tabela 5 são apresentados os coeficientes de correlação genotípica, fenotípica e ambiental entre os sete caracteres estudados. As correlações genotípicas foram maiores que as fenotípicas, em todos os casos, exceto entre os caracteres NEME e HZ, o que indica maior influência do componente genético do que do componente de ambiente da correlação. Tal fato se torna importante no caso de seleção simultânea para os vários caracteres correlacionados entre si.

TABELA 3. Análise da variância dos experimentos em dois locais para os caracteres altura de planta (AP), altura de espiga (AE), número de espigas/planta (NE), número de espigas mal empalhadas (NEME), *H. zea* (HZ), *S. frugiperda* (SF) e produção de grãos (PG) da população Dentado Composto. Caruaru e São Bento do Una, PE, 1984.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios						
		A. planta	A. espiga	Nº espigas planta	Nº esp. m. emp.	<i>H. zea</i>	<i>S. frugiperda</i>	Produção de grãos
Prog. Aj./Exp.	396	367,68**	224,01**	0,0602**	0,0591**	1,8709**	0,1885ns	1209,81**
Res. intra B/Exp.	324	222,98	105,23	0,0420	0,0298	1,3744	0,1777	871,12
Dentro	1800	462,88	287,18	0,2017	0,2018	10,1423	0,5153	6038,64

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns Não-significativo.

TABELA 4. Estimativas da variância genética entre progênies ($\hat{\sigma}_{p}^2$), da variância aditiva ($\hat{\sigma}_{A}^2$) da variância ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_{e}^2$), da variância dentro de progênies ($\hat{\sigma}_{d}^2$), da herdabilidade no sentido restrito ao nível de plantas (\hat{h}^2), do coeficiente de variação ambiental (C $\hat{V}E$) e da média geral (\bar{X}) obtidas para os sete caracteres ao nível de plantas individuais, para a população Dentado Composto. Pernambuco, 1984.

Caracteres/parâmetros	($\hat{\sigma}_{p}^2$)	($\hat{\sigma}_{A}^2$)	($\hat{\sigma}_{e}^2$)	($\hat{\sigma}_{d}^2$)	(\hat{h}^2)	C $\hat{V}E$ (%)	(\bar{X})
Altura da planta	72,3527	289,4108	176,6912	462,8834	40,65	9,07	164,67
Altura da espiga	59,3894	237,5576	76,5154	287,1837	56,15	8,27	124,10
Nº de espigas/planta	0,0092	0,0368	0,0218	0,2017	15,81	15,06	1,36
Nº de espigas mal empalhadas	0,0106	0,0424	0,0096	0,2018	19,10	61,67	0,28
<i>H. zea</i>	0,2483	0,9932	0,3602	10,1423	9,24	22,57	5,19
<i>S. frugiperda</i>	0,0054	0,0216	0,1261	0,5154	3,34	15,60	2,70
Peso de grãos	169,3439	677,3756	267,2603	6038,6411	10,46	15,63	188,78

¹ As unidades das variâncias são (cm/pl)², nº de esp./pl)², (nota/pl)² e (g/planta)², respectivamente.

O caráter PG apresentou coeficientes de correlação genotípica, fenotípica e ambiental altamente significativos e positivos com os caracteres AP e NE. Estes resultados mostram que há uma forte associação positiva entre produção de grãos, altura da planta e número de espigas por planta. Correlações genéticas e fenotípicas positivas entre os caracteres PG e AP, PG e AE foram obtidas por Vianna (1977), e Lordelo & Miranda Filho (1981). O valor do coeficiente de herdabilidade encontrado para o caráter PG foi menor do que o obtido para NE, o que mostra

que há maior influência do ambiente na expressão do caráter PG do que na expressão do NE. Conseqüentemente, na obtenção de uma população com maior produção de grãos, a seleção deve concentrar-se principalmente em plantas com mais de uma espiga do que no peso de grãos, conforme resultados apresentados por Lonquist (1967). Considerando AP, cuidados especiais precisam ser tomados ao se procurar reduzir a altura das plantas, uma vez que esse caráter afeta fortemente a produção de grãos.

Todos os coeficientes de correlação entre PG

TABELA 5. Coeficientes de correlação genotípica¹, fenotípica² e ambiental³ entre os sete caracteres estudados, no milho Dentado Composto, no ciclo II de seleção. Caruaru e São Bento do Una, PE. 1984.

Caracteres	<i>H. zea</i>	<i>S. frugiperda</i>	Peso de grãos
Altura da planta		-0,0891ns ¹	0,6147**
		-0,0139ns ²	0,2504**
		-0,0046ns ³	0,1697**
Altura da espiga	0,0218ns		
	-0,0113ns		
	-0,0157ns		
Nº espigas/planta			0,8616**
			0,4251**
			0,3620**
Nº espigas mal empalhadas	0,0234ns		
	0,6603**		
	0,7670**		
<i>H. zea</i>			-0,2385**
			-0,1065*
			-0,0922ns
<i>S. frugiperda</i>	-0,2865**		-0,6425**
	-0,1120*		-0,0890ns
	-0,1274*		-0,0915ns

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

n.s. Não-significativo.

e SF foram negativos, porém somente o coeficiente de correlação genotípica foi significativo estatisticamente. O alto valor de coeficiente de correlação genotípica encontrado ($r = 0,642^{**}$) mostra que é possível obter progresso na seleção simultânea desses dois caracteres. Todavia, como o valor de herdabilidade encontrado para o caráter SF foi baixo ($h^2 = 3,34$), o melhoramento pode ser mais eficiente através da seleção para maior produção de grãos do que somente através de plantas menos atacadas por SF, quando se deseja uma população mais produtiva e menos danificada por esta lagarta.

Os coeficientes de correlação entre AP e SF foram negativos e não-significativos estatisticamente, o que mostra que existe uma associação negativa muito fraca entre esses caracte-

res. Como foi encontrada uma associação positiva e altamente significativa entre PG e AP e uma associação genotípica negativa e altamente significativa entre PG e SF, esses resultados são muito importantes na seleção de caracteres para reduzir o ataque dessa praga e obter boa produção de grãos, uma vez que plantas mais altas apresentaram maiores produções de grãos e menores danos de lagarta.

Entre os caracteres AE e HZ, a correlação genotípica foi positiva, enquanto as correlações fenotípica e de ambiente foram negativas, sendo todas não-significativas estatisticamente. De acordo com Falconer (1964), uma diferença em sinal entre as correlações genotípica e ambiental mostra que as fontes de variação genética e ambiental afetam os caracteres através de mecanismos fisiológicos diferentes. Estudos de correlações fenotípicas entre esses caracteres, realizados por Ayala Osuna et al. (1981), indicaram que, quanto maior a altura da espiga, maior o ataque de HZ. No entanto, Ferreira (1974), Ayala Osuna & Lara (1979), Ayala Osuna et al. (1978, 1983) e Lemos et al. (1985) mostraram que espigas mais altas tendem a ser menos atacadas pela lagarta-da-espiga. O valor do coeficiente de herdabilidade HZ foi baixo, indicando que esse caráter é de difícil seleção, dada a forte influência do ambiente na sua expressão. Considerando os resultados obtidos das correlações e o valor do coeficiente de herdabilidade de AE, nota-se que esse caráter pode auxiliar a seleção de plantas contra o ataque de HZ.

Os caracteres PG e HZ correlacionaram-se negativamente e de modo significativo, tanto genotípica quanto fenotipicamente, enquanto que a correlação de ambiente foi, também, negativa, porém não-significativa estatisticamente. Estes resultados mostram que a produção de grãos é reduzida com o ataque da lagarta HZ, e que fatores genéticos são mais importantes que fatores ambientais, na associação desses dois caracteres.

Foram obtidos coeficientes de correlação positivos entre os caracteres HZ e NEME. A correlação genotípica foi extremamente baixa, não apresentando significância estatística, enquanto

que a fenotípica e a de ambiente foram altamente significativas estatisticamente. Esses resultados mostram a grande importância dos efeitos ambientais em detrimento dos efeitos genotípicos na associação desses caracteres. Ambos os caracteres apresentaram baixos valores de herdabilidade ($HZ = 9,24\%$ e $NEME = 19,10\%$), o que dificulta o trabalho de melhoramento.

Os caracteres SF e HZ apresentaram coeficientes de correlação negativos e significativos estatisticamente, indicando impossibilidade de se obter uma única população resistente a essas duas pragas, nesta fase do melhoramento.

CONCLUSÕES

1. As correlações genotípicas foram maiores que as fenotípicas em todos os casos, (exceto entre NEME x HZ), o que indica que as correlações fenotípicas foram compostas em grande parte pela porção genética da correlação.

2. Foram encontradas correlações negativas entre PG e danos das duas pragas, o que mostra que as plantas apresentaram maiores produções de grãos quando sofreram menores danos das pragas.

3. Não foram encontradas correlações entre AP x SF e AE x HZ, o que indica que os caracteres agiram independentemente entre si.

4. As correlações entre HZ e NEME mostraram a importância dos efeitos ambientais em detrimento dos efeitos genotípicos, uma vez que a correlação genotípica foi extremamente baixa, enquanto a fenotípica e a ambiental foram altamente significativas estatisticamente.

5. Foram observadas correlações negativas e significativas estatisticamente entre SF x HZ, sugerindo impossibilidade de se obter uma única população resistente a essas duas pragas, nesta fase do melhoramento.

AGRADECIMENTOS

Aos Engenheiros Agrônomos Geraldo Robério de Araújo Lima e Jair Teixeira Pereira e aos Técnicos Agrícolas Rômulo Severino Mo-

rais dos Santos e Antônio Alves de Oliveira (IPA), pela participação na condução dos experimentos. Ao Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo/EMBRAPA, pelas análises estatísticas realizadas, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do Projeto de Pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AYALA OSUNA, J.; ARAÚJO, S.M.C. de; LARA, F.M.; CAETANO, M. de F. Análise e seleção dos caracteres associados à resistência à lagarta-da-espiga, *Heliothis zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera Noctuidae) no Composto de Dentado Jaboticabal, XI ciclo de seleção massal. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Jaboticabal, v.12, n.2, p.175-185, 1983.
- AYALA OSUNA, J.; LARA, F.M.; BORTOLI, S.A. de; MOBIGLIA, J.L. Avaliação de famílias de meios-irmãos do Composto Dentado de milho para características agronômicas e resistência à *Heliothis zea* (Boddie, 1850). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Jaboticabal, v.7, n.2, p.183-191, 1978.
- AYALA OSUNA, J.; LARA, F.M. Comportamento do Composto Flint de milho em relação ao ataque de *Heliothis zea* (Boddie, 1850) e características da planta e espiga associadas à resistência. *Científica*, v.7, n.2, p.225-259, 1979.
- AYALA OSUNA, J.; LARA, F.M.; ARAÚJO, S.M.S. de; PEDERZOLI, D.B. Seleção de famílias de meios-irmãos do Composto Dentado de milho, para caracteres agronômicos e resistência à *Heliothis zea* (Boddie, 1850). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE GENÉTICA REGIONAL DE SÃO PAULO, 14., 1981. *Anais...* Jaboticabal, SP: [s.n.], 1981. p.12-14.
- CARVALHO, R.P.L. Danos, flutuação da população e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e suscetibilidade de diferentes genótipos de milho em condições de campo. Piracicaba: ESALQ-USP, 1970. 170p. Tese de Doutorado.
- FALCONER, D.S. *Introducción a la Genética Cuantitativa*. México: Compañia Editorial Continental, 1964. 430p.

- FERREIRA, E. **Características do milho associadas com resistência à lagarta da espiga, *Helicoverpa zea* Boddie, 1850**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1974. 72p. Tese de Mestrado.
- KEMPTHORNE, O. **An introduction to Genetic Statistics**. New York: John Wiley & Sons, 1966. 545p.
- LEMONS, M.A.; ANUNCIÇÃO FILHO, C.J.; RAMALHO NETO, C.E.; ARAÚJO, A.D. de; ARAÚJO, M.R.A. de; M. de A. **Avaliação de cultivares de milho quanto ao ataque de *Spodoptera frugiperda* e *Heliothis zea***. Caderno Ômega, Série Agronomia, Recife, v.1, p.33-45, 1985.
- LONNQUIST, J.H. **Mass selection for prolificacy in maize**. *Der Züchter - Genetic and Breeding Research*, v.37, p.185-188, 1967.
- LORDELO, J.A.C.; MIRANDA FILHO, J.B. **Correlações genéticas e fenotípicas entre caracteres em duas populações de milho braquítico**. Relatório Científico Instituto de Genética. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, v.15, p.104-108, 1981.
- VENCOVSKY, R. **Genética quantitativa**. In: KERR, W.E. **Melhoramento e Genética**. São Paulo: Melhoramento, 1969. p.17-37.
- VIANNA, R.T. **Correlações genéticas e capacidade geral de combinação em linhagens endogênicas de milho**, Piracicaba: ESALQ, 1977, 72p. Tese de Mestrado.
- WIDSTROM, N.W. **An evaluation of methods for measuring corn earworm injury**. *Journal of Economic Entomology*, v.60, p.791-794, 1967.