

# CORRELAÇÕES GENÉTICAS, FENOTÍPICAS E AMBIENTAIS EM DOIS CICLOS DE SELEÇÃO NO MILHO DENTADO COMPOSTO<sup>1</sup>

PRISCILA ALVARADO DE GONZÁLEZ<sup>2</sup>, MARGARIDA AGOSTINHO LEMOS<sup>3</sup>, CÍCERO EDUARDO RAMALHO NETO<sup>4</sup>, ODEMAR VICENTE DOS REIS<sup>5</sup>, JOSÉ NILDO TABOSA e JOSÉ JORGE TAVARES FILHO<sup>6</sup>

**RESUMO** - O presente trabalho visou determinar os coeficientes de correlação genética, fenotípica e ambiental entre os caracteres: altura de planta (AP), altura de espiga (AE), número de espiga por planta (NE), número de espiga mal empalhada (NEME), danos causados por *Spodoptera frugiperda* (SF), danos causados por *Heliothis zea* (HZ) e peso de grãos (PG). O material estudado corresponde a dois ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho Dentado Composto, visando resistência às referidas pragas e alta produção de grãos. Foram consideradas infestações naturais das pragas. Os experimentos foram conduzidos na Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA. Não foi observada associação entre AP e SF nem entre AE e HZ. O caráter PG correlacionou-se negativamente com SF e HZ; todavia, no I ciclo a correlação genética PG x SF foi positiva e baixa ( $r = 0,27^{**}$ ). O caráter SF apresentou correlação genética negativa com HZ; essa associação foi de menor magnitude no II ciclo. Houve um aumento no número de correlações genéticas superiores às ambientais no II ciclo.

Termos para indexação: *Zea mays*, melhoramento genético, estudo de correlações.

## GENETIC, PHENOTYPIC AND ENVIRONMENTAL CORRELATIONS IN TWO CYCLES OF SELECTION IN THE "DENTADO COMPOSTO" CORN

**ABSTRACT** - The objective of this study was to determine the genetic, phenotypic and environmental correlation coefficients among the following traits: plant height (PH), ear height (EH), ear number per plant (EN), ear number with husk problems (ENHP), *Spodoptera frugiperda* damage (SF), *Heliothis zea* damage (HZ) and grain yield (GY). Data were collected from two cycles of selection among and within half-sib families in "Dentado Composto" corn, assessing SF and HZ damages and high grain yield. Natural infestation of these insect pests was considered. The experiments were conducted in the experimental field of IPA. No correlation was observed between PH and SF nor between EH and HZ. The GY character was negatively correlated with HZ and SF; however in the first cycle, the genetic correlation between GY x SF was positive and lower ( $r = 0,027^{**}$ ). The character SF showed negative and significant genetic correlations with HZ; this association was lower in the second cycle. There was an increase in the number of genetic correlations higher than the environmental in the second cycle.

Index terms: correlations studies, genetic improvement, *Zea mays*, plant traits.

## INTRODUÇÃO

Uma das formas de aumentar a eficiência da seleção de um caráter é o uso de caracteres correlacionados. De acordo com Hallauer & Miranda Filho (1981), a correlação medida através do coeficiente de correlação tem importância no melhoramento de plantas, porque mede o grau de associação genético ou não-genético entre dois ou mais caracteres. Igualmente, Cruz et al. (1988)

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 21 de outubro de 1993.

Extraído do trabalho de Dissertação apresentado pela primeira autora no curso de Mestrado de Botânica da UFRPE.

<sup>2</sup> Bióloga, Mestrando na UFRPE, Caixa Postal 2071, CEP 52071 Recife, PE.

<sup>3</sup> Enga.-Agra., Dra., Profa.-Adjunta, Dep. Agron., UFRPE, bolsista do CNPq. Caixa Postal 2071, CEP 52071 Recife, PE.

<sup>4</sup> Eng.-Agr., Prof.-Assist., Dep. Agron., CÉCA, UFAL, CEP 57000 Maceió, AL.

<sup>5</sup> Eng.-Agr., IPA, Caixa Postal 1022, CEP 50751 Recife, PE.

<sup>6</sup> Eng.-Agr., M.Sc., IPA, bolsista do CNPq.

ressaltaram a importância das correlações, afirmando que elas quantificam a possibilidade de ganhos indiretos por seleção em caracteres correlacionados, e que caracteres de baixa herdabilidade têm a seleção mais eficiente quando realizada sobre caracteres que lhes são correlacionados. Falconer (1981) enfatizou que nos estudos de correlação faz-se necessário distinguir a causa genética e a causa ambiental, sendo a correlação genética devida à pleiotropia ou à ligação gênica, enquanto que a correlação ambiental refere-se a dois caracteres influenciados pelas mesmas diferenças de condições ambientais.

A produtividade da cultura do milho pode ser afetada por vários fatores, entre eles o ataque de pragas. As lagartas-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e as lagartas-da-espiga (*Heliothis zea*) são as principais pragas dessa cultura, e a intensidade de seus danos pode depender de caracteres da planta e da espiga. O conhecimento da magnitude e natureza das associações entre esses caracteres é de fundamental importância na obtenção de uma cultivar resistente a esses insetos e que apresente elevada produção de grãos.

O presente trabalho teve como objetivo observar as correlações genéticas, fenotípicas e ambientais entre sete caracteres de milho em dois ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo envolveu a utilização da cultivar de milho Dentado Composto. Esta cultivar é uma população altamente heterogênea, constituída de milhos amarelos e brancos da raça Tuxpeño, incluindo também germoplasmas das Américas Central e do Sul. Seleção massal já foi praticada nessa população, além de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos. Foi desenvolvida pelo Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, em Piracicaba (Paterniani et al., 1977).

Foram conduzidos dois ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no milho Dentado Composto, visando resistência à *S. frugiperda* e a *H. zea*. O I ciclo foi conduzido em dois locais, Vitória de Santo Antão e Caruaru, PE durante o ano agrícola de 1982/1983. Foram avaliadas 363 progênies de meios-

-irmãos e duas testemunhas (Centralmex e o Dentado Composto Original), em blocos ao acaso, em grupos de experimentos com tratamentos comuns, com uma repetição/local. As 50 progênies que apresentaram menores danos das duas pragas e maiores produções de grãos foram recombinadas num campo isolado de despendoamento, utilizando-se sementes remanescentes. A recombinação foi realizada utilizando-se a proporção de duas fileiras femininas para uma masculina. As fileiras femininas (despendoadas) compreenderam os tratamentos selecionados nos experimentos, enquanto as fileiras masculinas foram semeadas com uma amostra representativa de igual número de sementes das progênies selecionadas. Desta recombinação foram colhidas 400 progênies.

O II ciclo de seleção foi iniciado no ano agrícola de 1984/1985, em São Bento do Una e Caruaru, PE. As 400 progênies foram testadas em quatro experimentos de látice 10 x 10, com uma repetição/local, empregando-se como testemunhas os materiais AG-305 e CMS-200. Na recombinação seguiu-se o mesmo esquema do I ciclo e foram selecionadas 81 progênies.

Em ambos os ciclos de seleção, a parcela foi formada por uma fileira de 20 plantas, com espaçamento de 1,00 x 0,50 m; esse espaçamento foi utilizado para facilitar a avaliação das plantas quanto ao ataque das pragas: foram consideradas infestações naturais das duas pragas; os experimentos não receberam tratamentos fitossanitários e foram instalados longe de áreas onde ocorreram aplicações de defensivos agrícolas, e realizadas avaliações dos seguintes caracteres: altura da planta (AP); altura da espiga (AE); nota do dano da *S. frugiperda* (SF), utilizando a escala proposta por Carvalho (1970); nota do dano de *H. zea* (HZ), através da escala de notas de Widstrom (1967); número de espigas/planta (NE); número de espigas mal empalhadas (NEME) e peso de grãos (PG) (corrigido para o "Stand" ideal, segundo Zuber (1942) no I ciclo. As testemunhas serviram para garantir o ataque das pragas e auxiliar na seleção das progênies.

Foram calculadas as análises de variância para cada caráter e determinadas as estimativas dos parâmetros genético-estatísticos, empregando o método de Vencovsky (1987). Os dados obtidos no I ciclo foram calculados com base nas médias de parcela para todos os caracteres, com exceção de PG, que foi analisado com base nos totais de parcela; no II ciclo, foram calculados com dados de plantas individuais e de médias de parcelas, possibilitando a obtenção de variância entre plantas dentro de parcelas.

As covariâncias e coeficientes de correlação genético, fenotípico e ambiental foram estimadas para os

seguintes pares de caracteres: AP x SF, AP x PG, AE x HZ, NE x PG, NEME x HZ; HZ x PG; SF x HZ e SF x PG. O método utilizado foi o de Kempthorne (1973, p.264), onde foram obtidas as análises de variâncias da soma dos caracteres de cada par, seguindo os delineamentos de cada ciclo. Para o cálculo dos produtos médios, utilizaram-se os quadrados médios das análises individuais de cada caráter e os quadrados médios da análise da soma dos dois caracteres (Tabela 1).

Os coeficientes de correlação genético, fenotípico e ambiental foram estimados e testados para avaliar sua significância por meio da Tabela A-11, apresentada por Cochran & Snedecor (1974).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas dos coeficientes de correlação genético, fenotípico e ambiental referentes à análise dos dois ciclos de seleção estão relacionados na Tabela 2.

No I ciclo, grande parte das correlações genéticas apresentaram sinais diferentes das correlações fenotípicas e ambientais, que tiveram coincidência de sinais e semelhanças em magnitudes. As correlações genéticas entre os pares de caracteres AE x HZ, NEME x HZ, PG x HZ e SF x HZ foram superiores às correlações fenotípicas e ambientais.

No II ciclo, na grande maioria dos casos, os coeficientes de correlação genético e fenotípico apresentaram o mesmo sinal, e a correlação ge-

nética foi superior à fenotípica, sendo ambas maiores que a correlação ambiental, exceto para o par NEME x HZ.

Considerando os pares de caracteres separadamente, observou-se que os valores de correlação entre AP x SF foram extremamente baixos em ambos os ciclos de seleção. Tal fato indica que os danos dessa praga não foram influenciados pela altura de planta e que estes caracteres podem ser selecionados de maneira independente. O mesmo ocorreu com as correlações entre AE x HZ nos dois ciclos de seleção, exceto para a correlação genética no I ciclo, que foi significativa, porém de valor pouco expressivo (0,12\*). Lemos et al. (1985) encontraram significância estatística para estas duas correlações, enquanto Lara et al. (1985) não obtiveram associação significativa entre os caracteres AE e HZ.

Entre os fatores considerados como associados à resistência do milho e à HZ estão características da espiga, como: abertura das extremidades das brácteas, comprimento das brácteas além da ponta da espiga, aperto e dureza das brácteas (Rossetto, 1972 e Ferreira, 1974), caracteres, estes, que determinam o tipo de empalhamento das espigas. Os estudos de correlação entre NEME e HZ só mostraram associações das correlações

TABELA 1. Esquema das análises de variância e covariância, com os respectivos quadrados médios, produtos médios e esperanças matemáticas dos produtos médios utilizados para estimativa das correlações. Pernambuco, 1982/85.

FV	GL	Anava		Anacova		E(PM)	
		QM x	QM y	QM (x+y)	PM		
Progênes	gl	QMP	QMP	QMP	P=Cov(x,y)/K+Cov(x,y)+Cov(x,y)		
	1	x	y	(x+y)	1	d	c
Erro	gl	QME	QME	QME	P=Cov(x,y)/K+Cov(x,y)		
	2	x	y	(x+y)	2	d	c
Dentro	gl	QMD	QMD	QMD	P=Cov(x,y)		
	3	x	y	(x+y)	3	d	

TABELA 2. Estimativas dos coeficientes de correlação genética ( $r_g$ ), fenotípica ( $r_f$ ) e ambiental ( $r_e$ ), entre os oito pares de caracteres estudados no milho Dentado Composto no I e II ciclos de seleção. Pernambuco, 1982/85.

Caracteres	I ciclo			II ciclo		
	$r_g$	$r_f$	$r_e$	$r_g$	$r_f$	$r_e$
AP x PG	-0,26**	0,85**	0,92**	0,61**	0,25**	0,17**
AP x SF	-0,05 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>
AE x HZ	0,12*	0,05 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>
PG x NE	0,51**	-0,81**	-0,85**	0,86**	0,43**	0,36**
NEME x HZ	-0,07 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,66**	0,77**
PG x HZ	-0,92**	-0,59**	-0,58**	-0,24**	-0,11**	-0,09 <sup>ns</sup>
SF x HZ	-0,75**	-0,01 <sup>ns</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>	-0,27**	-0,11*	-0,13*
PG x SF	0,27**	-0,42**	-0,44**	-0,64**	-0,09 <sup>ns</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>

ns - Não-significativo.

\* - Significativo a nível de 5% de probabilidade.

\*\* - Significativo a nível de 1% de probabilidade.

fenotípica e ambiental no II ciclo, e estas foram de magnitudes elevadas ( $r_f = 0,66^{**}$  e  $r_e = 0,77^{**}$ ).

Esses resultados revelam que no II ciclo houve uma forte influência do ambiente, expressado pelo valor do coeficiente de variação experimental do NEME, que foi extremamente alto (61,67%), o que indica que os danos da lagarta-da-espiga não dependem da forma de empalhamento da espiga. Machado (1980) mencionou que o comprimento da palha a partir da extremidade da espiga não é fator preponderante em conferir resistência à lagarta-da-espiga. Entretanto, Lara et al. (1985) reportaram correlações negativas e altamente significativas entre o dano de *H. zea* e o comprimento da ponta da palha.

O caráter SF apresentou correlação genética negativa com HZ em ambos os ciclos. No I ciclo, o valor desta correlação foi alto ( $r_g = -0,75^{**}$ ), e no II ciclo houve uma diminuição ( $r_g = -0,29^{**}$ ). As demais associações foram baixas nos dois ciclos.

Estes resultados indicam que quando o dano de uma das pragas aumenta o da outra decresce, inviabilizando, assim, a seleção para resistência às duas pragas numa mesma população. Entretanto, no II ciclo o valor dessa correlação diminuiu, o que sugere a possibilidade de obtenção de uma população resistente às duas pragas em ciclos subsequentes. Carvalho (1970) apresentou correlações positivas e significativas entre as duas pragas, enquanto que Lemos et al. (1985) encontraram coeficientes de correlação negativos, porém não significativos entre estes dois caracteres.

Comparando as correlações estudadas entre PG x HZ, nos dois ciclos de seleção, observa-se que elas foram todas negativas e significativas estatisticamente, exceto a correlação ambiental no II ciclo. Estas correlações apresentaram valores inferiores no II ciclo, porém dentro de cada ciclo as correlações genéticas foram superiores às demais, o que indica que fatores genéticos permaneceram mais importantes que fatores ambientais, na associação desses caracteres. A importância dos danos de HZ na produção de grãos de milho refere-se não só na redução do peso dos grãos, através da diminuição da fertilidade, mas

também no comprometimento da qualidade dos grãos, pois essa praga facilita o ataque de outras pragas, como o gorgulho (*Sitophilus zeamais*). Ayala Osuna et al. (1986), avaliando 42 genótipos de milho, obtiveram correlações negativas entre danos de HZ e produção de grãos.

O caráter PG correlacionou-se negativamente com SF em todas as associações estudadas, exceto na correlação genética do I ciclo, que foi positiva e altamente significativa ( $r_g = 0,27^{**}$ ), porém inferior às correlações fenotípica e ambiental, deste ciclo, mostrando que os fatores ambientais no I ciclo apresentaram uma influência mais acentuada nessa associação. No II ciclo foi encontrado um alto valor de correlação genética ( $r_g = -0,64^{**}$ ), indicando possibilidades de progresso na seleção simultânea desses dois caracteres. Considerando que os valores de herdabili-

**TABELA 3.** Estimativas do coeficiente de herdabilidade no sentido restrito a nível de plantas ( $\hat{h}^2$ ), do coeficiente de variação experimental (CVG), do coeficiente de variação experimental (CVE) e da média geral ( $\bar{x}$ ) obtidas para os sete caracteres no milho Dentado Composto para o I e II ciclos de seleção. Pernambuco, 1982/85.

Caracteres	Ciclos	Parâmetros <sup>1</sup>			
		$\hat{h}^2$	CVG%	CVE%	$\bar{x}$
AP	I	9,30	1,83	6,64	241,50
	II	40,65	5,16	9,07	164,67
AE	I	7,38	2,38	8,68	145,53
	II	56,15	6,21	8,27	124,10
SF	I	2,10	2,44	16,36	3,12
	II	3,24	2,72	15,60	2,70
NE	I	2,41	0,98	3,27	1,02
	II	15,81	7,05	15,06	1,36
NEME	I	4,84	8,49	23,42	1,30
	II	19,10	36,77	61,67	0,28
HZ	I	4,87	9,41	24,36	2,48
	II	9,24	9,59	22,57	5,20
PG	I	3,74	4,74	17,99	89,52
	II	10,46	6,89	15,63	188,78

<sup>1</sup> As unidades de variância são (cm/pl.p<sup>2</sup>, (nº de esp./pl.)<sup>2</sup>, (nota/pl.)<sup>2</sup> e (g/planta)<sup>2</sup>, respectivamente.

dade de SF (Tabela 3) foram baixos nos dois ciclos de seleção, o melhoramento para a obtenção de uma população mais produtiva e menos atacada por SF pode ser mais eficiente através da seleção também para maior produção de grãos do que somente através de plantas com menores danos de SF. As correlações fenotípicas e ambiental obtidas nesse ciclo foram negativas, porém de valores inexpressivos. De modo geral, os resultados da associação de PG x SF mostraram que as plantas menos atacadas produziram mais. Lemos et al. (1985) obtiveram resultados semelhantes, embora utilizando correlações simples.

A associação PG x AP apresentou-se altamente significativa em ambos os ciclos. Todavia, no I ciclo os fatores ambientais foram mais determinantes que os genéticos, uma vez que as correlações fenotípica e ambiental foram superiores à genética. Além disso, a não-concordância de sinal entre as correlações genética e fenotípica pode ser explicada pela influência do ambiente, uma vez que correlação ambiental, sendo positiva e de magnitude elevada, tende a reduzir e/ou mascarar os resultados das correlações genéticas e fenotípicas (Anuniação Filho, 1988). Correlações genéticas e fenotípicas negativas foram encontradas por Crisóstomo & Zinsly (1977) e Lima & Paterniani (1977), entre esse par de caracteres; entretanto, Regazzi et al. (1980) e Reis et al. (1982), entre outros, apresentaram correlações genéticas e fenotípicas significativas e positivas.

Quanto à correlação entre PG e NE, esta foi altamente significativa nos dois ciclos. Todavia, no I ciclo a correlação genética foi positiva ( $r_g = 0,51^{**}$ ) e inferior às demais correlações, que foram negativas ( $r_f = -0,81^{**}$  e  $r_e = -0,85^{**}$ ). Estas correlações altas e negativas ocorreram porque as plantas com uma só espiga produziram mais que as prolíferas, como foi constatado pela observação dos dados. Normalmente, esta associação apresenta-se positiva e alta, como mencionaram Queiroz (1969), Lonquist (1965), Regazzi et al. (1980), Reis et al. (1982), entre outros. Já no II ciclo, as correlações apresentaram-se conforme a literatura, o que indica que, fazendo seleção para plantas prolíferas, se obterá maior produção de grãos na população.

De modo geral, os resultados mostram que no I ciclo os fatores genéticos tiveram maior influência que os ambientais nas associações PG x HZ, SF x HZ, AE x HZ e NEME x HZ, enquanto que nas correlações PG x AP, PG x NE, PG x SF e AP x SF o ambiente foi mais determinante. Observa-se que nas associações onde o caráter HZ esteve envolvido, houve maior contribuição dos fatores genéticos, enquanto que nas correlações com PG os fatores ambientais apresentaram-se mais fortes, com exceção do par PG x HZ. Nesse ciclo, o caráter HZ apresentou o valor mais alto do coeficiente de variação genética (9,41%), quando comparado com os outros caracteres. Isto explica que os fatores genéticos foram mais importantes nas associações onde HZ participou, já que o CVG dá uma idéia da quantidade de variabilidade genética existente (Burton, 1957). Já no caso de PG, este caráter teve herdabilidade e CVG baixos, e além disso, é grandemente influenciado pelo ambiente, pois resulta da expressão combinada do genótipo e do ambiente através de todo o período de crescimento (Hallauer & Miranda Filho 1981). O mesmo aconteceu com os caracteres AP e NE, que também apresentaram valores baixos de herdabilidade e de CVG, particularmente deste último parâmetro (Tabela 3). Provavelmente, nas associações onde PG, AP e NE estiveram presentes houve grande influência do ambiente.

Quanto ao II ciclo, observou-se que na maioria das correlações houve maior contribuição dos fatores genéticos que dos ambientais, exceto no par NEME x HZ, caso que foi discutido anteriormente. É importante assinalar que neste ciclo houve um aumento do valor da correlação genética em grande parte dos pares, enquanto que foi registrada uma diminuição nas magnitudes dos coeficientes de correlação fenotípica e ambiental na maioria das associações. O aumento da correlação genética pode estar associado ao fato de que neste II ciclo o coeficiente de variação genético e a herdabilidade de todos os caracteres tiveram um acréscimo nos valores, que implica um aumento de variabilidade na população. É importante salientar que no I ciclo foram encontrados coeficientes de correlação particularmente altos, como é o caso da correlação ambiental entre AP

x PG, que foi da ordem de 0,92. Provavelmente, estes valores extremamente altos podem estar superestimados, devido a interações com o ambiente. Dudley & Moll (1969) mencionaram que as estimativas dos componentes de variâncias entre progênies incluem o valor verdadeiro destes componentes, mas também expressam as interações de progênies x locais, progênies x ano e progênies x locais x ano. Estas interações podem afetar os valores e conseqüentemente influir nas correlações.

### CONCLUSÕES

1. No I ciclo de seleção, a correlação genética foi superior à fenotípica e à ambiental, em valor absoluto nos pares AE x HZ, NEME x HZ, PG x HZ e SF x HZ, mostrando que o fenótipo refletiu adequadamente o genótipo. Por outro lado, a correlação ambiental foi superior, em valor absoluto, à correlação genética nos pares AP x PG, AP x SF, PG x NE e PG x SF.

2. No II ciclo, na maioria dos casos, as correlações genéticas foram superiores, em valores absolutos, às fenotípicas e ambientais, indicando que a correlação fenotípica foi composta em grande parte pela porção genética.

3. As correlações entre PG e os dados das duas pragas mostraram, de modo geral, que as plantas menos atacadas pelas pragas produziram mais.

4. Foi verificada correlação negativa e significativa entre HZ e SF em ambos os ciclos de seleção, isto torna inviável a seleção das duas pragas numa mesma população. Mas no II ciclo, a correlação genética diminuiu, indicando uma possibilidade de obtenção de população resistente às duas pragas, no decorrer dos ciclos de seleção.

5. Não foram encontradas associações entre os caracteres AP x SF, AE x HZ e NEME x HZ em ambos os ciclos de seleção, indicando, em cada caso, que os caracteres agem independentemente.

### AGRADECIMENTOS

Aos Técnicos Agrícolas Rômulo Severino Moraes dos Santos e José Ramos Santiago (IPA),

pelos trabalhos de campo; 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

- ANUNCIACÃO FILHO, C.J. da. **Parâmetros genéticos relacionados ao sistema radicular e à parte aérea da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Piracicaba: ESAL/USP, 1988. 164p. Tese de Doutorado.
- AYALA OSUNA, J.; ARAÚJO, S.M.C. de; BENZATTO, D.A.; LARA, F.M. Aspectos de espiga do milho associados à resistência à lagarta *Heliothis zea* (Boddie, 1850). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., 1986, Belo Horizonte. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1986. p.358-364.
- BURTON, G.E. Quantitative inheritance in grasses. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, Pennsylvania. **Proceedings...** Pennsylvania: [s.n.], 1957. p.277-283.
- CARVALHO, R.P.L.D. **Danos, flutuações da população e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1977) e susceptibilidade de diferentes genótipos de milho, em condições de campo**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1970. 170p. Tese de Doutorado.
- COCHRAN, W.G.; SNEDECOR, G.W. **Statistical methods**. 6.ed. Ames: Iowa State University Press, 1974. 593p.
- CRISÓSTOMO, J.R.; ZINSLY, J.R. Estimacão de parâmetros genéticos em duas populações de milho (*Zea mays* L.). **Relatório Científico do Departamento e Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, n.11, p.33-37, 1977.
- CRUZ, C.D.; MIRANDA, J.E.C.; COSTA, C.P. da. Correlações, efeitos diretos e indiretos de caracteres agronômicos sobre a produção de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Genética**, São Paulo, v.11, n.4, p.921-928, 1988.
- DUDLEY, J.W.; MOLL, R.H. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances

- in plant breeding. *Crop Science*, Madison, v.9, n.3, p.257-262, 1969.
- FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 1981. 279p.
- FERREIRA, E. **Características do milho associadas com resistência à lagarta-da-espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850)**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1974. 72p. Tese de Mestrado.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in mayze breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1981. 467p.
- KEMPTHORNE, O. **An Introduction to genetic statistics**. Ames: Iowa State University Press, 1973. 545p.
- LARA, F.M.; AYALA OSUNA, J.; ARAÚJO, S.M.C. de; BANZATTO, D.A. **Avaliação de genótipos de milho para características agronômicas e resistência a *Heliothis zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera - Noctuidae)**. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Jaboticabal, v.14, n.1, p.111-119, 1985.
- LEMOS, M.A.; ANUNCIÇÃO FILHO, C.J. de; RAMALHO NETO, C.E.; ARAÚJO, A.O. de; ARAÚJO, M.R.A. de; LIRA, M. de A. **Avaliação de cultivares de milho quanto ao ataque de *Spodoptera frugiperda* e *Heliothis zea***. *Caderno Omega*, Recife, v.1, n.1, p.33-45, 1985.
- LIMA, M.; PATERNIANI, E. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos em progênies de meio irmãos de milho ESALQ-VD-2 MI-HSII e suas implicações com o melhoramento**. *Relatório Científico do Departamento e Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, n.11, p.84-89, 1977.
- LONNQUIST, J.H. **Métodos de selección útiles para mejoramiento dentro de poblaciones**. *Fitotecnia Latinoamericana*, San José, v.2, n.112, p.1-10, 1965.
- MACHADO, J.A. **Melhoramento genético do milho doce *Zea mays* L.**. Piracicaba: ESAL/USP, 1980. 78p. Dissertação de Mestrado.
- PATERNIANI, E.; ZINSLY, J.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Populações melhoradas de milho obtidas pelo Instituto de Genética**. *Relatório do Departamento e Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, n.11, p.108-111, 1977.
- QUEIROZ, M.A. de. **Correlações genéticas e fenotípicas em progênies de meios-irmãos de milho (*Zea mays* L.) e suas implicações com o melhoramento**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1969. 71p. Dissertação de Mestrado.
- REGAZZI, A.J.; SILVA, J.C.; THIÉBAUT, J.T.L.; OLIVEIRA, L.M. de; GALVÃO, J.D. **Variâncias, covariâncias e correlações fenotípicas, genotípicas e genéticas aditivas num composto de milho (*Zea mays* L.)**. *Revista Ceres*, Viçosa, v.27, n.149, p.32-46, 1980.
- REIS, F.P.; SILVA, J.C.; REGAZZI, A.J.; OLIVEIRA, L.M. de. **Herdabilidade, correlações e índices de seleção em milho (*Zea mays* L.)**. *Revista Ceres*, Viçosa, v.29, n.163, p.268-283, 1982.
- ROSSETTO, C.J. **Resistência de milho a pragas da espiga, *Heliothis zea* (Boddie), *Sitophilus zeamais* (Motschlsky) e *Sitotroga cerealella* (Olivier)**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1972. 144p. Tese de Mestrado.
- VENCOVSKY, R. **Herança quantitativa**. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.5, p.137-214.
- WIDSTROM, N.W. **An evaluation methods for measuring corn earworm injury**. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v.60, n.3, p.791-794, 1967.
- ZUBER, M.S. **Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniformity trial data**. *Journal of the American Society of Agronomy*, Madison, v.34, p.30-47, 1942.