

DEPRESSÃO POR ENDOGAMIA EM PROGÊNIES DE CAJUEIRO ANÃO PRECOCE VAR. NANUM¹

JOÃO RODRIGUES DE PAIVA, LEVI DE MOURA BARROS, JOÃO RIBEIRO CRISÓSTOMO, JOÃO PRATAGIL PEREIRA DE ARAÚJO², ADROALDO GUIMARÃES ROSSETTI³, JOSÉ JAIME VASCONCELOS CAVALCANTE⁴ e EDILZA MARIA FELIPE⁵

RESUMO - O plantio de sementes de cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) causa desuniformidade no porte das plantas, na produção e peso das castanhas e na qualidade, cor e peso dos pedúnculos. Com o objetivo de estimar a taxa de depressão por endogamia, foram obtidos dados de características vegetativas e de produção aos 12, 18 e 29 meses de idade das plantas, em progênies de clones de cajueiro anão precoce, originadas de autofecundações e de polinizações livres e controladas. Entre os principais resultados destacam-se: o percentual de germinação da semente foi alto em todos os grupos (81% - 94%), com exceção das sementes originadas de autofecundação do clone CCP 1001, que foi de 63%; os efeitos deletérios da endogamia foram mais pronunciados na produção e número de castanhas; os efeitos no caráter produção de castanha/planta foram de 37,6% no clone CCP 76, enquanto no clone CCP 1001 a redução foi de 48%. Outro caráter afetado pela endogamia foi o número de castanhas, com 25,3% e 43,3%, respectivamente, no tocante aos clones CCP 76 e CCP 1001. Os efeitos endogâmicos no cajueiro se expressam reduzindo o percentual de germinação das sementes e reduzindo principalmente a produção média de castanhas resultantes de autofecundação.

Termos para indexação: *Anacardium occidentale*, polinização livre, autofecundação.

INBREEDING DEPRESSION IN EARLY DWARF TYPE PROGENIES OF CASHEW VAR. NANUM

ABSTRACT - The use of seeds for the setting of cashew (*Anacardium occidentale* L.) orchard leads to uneven agronomic and commercial plant features such as plant vigor, yield, nut weight, and color, size and quality of the fruit. Aiming to estimate the inbreeding depression rate in cashew plants, data of vegetative characters and yield traits of 12, 18 and 29 months dwarf cashew progenies were obtained: selfed, open pollinated and controlled pollinated. The main results were: high germination percentual in all groups of plants (81% to 94%), with the exception of self pollinated seeds of CCP 1001 which attained only 63%; the damaging effects of endogamy were more pronounced in the yield and number of seeds; the effects on seed yield per plant were 37.6% in the CCP 76 clone, whereas in the CCP 1001 clone a 48% decrease was observed. The other trait affected by endogamy was the number of seed per plant which was 25.3% and 43.3% for CCP 76 and CCP 1001, respectively. The endogamy effects on cashew are expressed by decreasing both seed germination and mean yield of selfed seeds.

Index terms: *Anacardium occidentale*, progenies, open pollinated, selfed.

INTRODUÇÃO

Em programas de melhoramento genético de espécies alógamas são necessárias informações sobre o efeito dos danos provocados pelos cruzamentos entre indivíduos aparentados. Esse efeito, denominado de depressão por endogamia, é um fenômeno genético inverso ao da heterose, que se caracteriza

¹ Aceito para publicação em 24 de novembro de 1997.

² Eng. Agr., Ph.D., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical (CNPAT), Caixa Postal 3761, CEP 60511-110 Fortaleza, CE.

³ Matemático, M.Sc., Embrapa-CNPAT.

⁴ Eng. Agr., M.Sc., Embrapa-CNPAT.

⁵ Eng. Agr., M.Sc., Embrapa-CNPAT. Bolsista do CNPq.

pela perda de vigor, devido a homozigose de genes deletérios. Mettler & Gregg (1973) relatam que a autofecundação é a forma mais intensa de endogamia. Contudo, a endogamia também pode ocorrer em espécies bissexuais, quando os indivíduos que se acasalam têm uma relação de parentesco entre si.

A endogamia não é um processo de degeneração, mas uma consequência da segregação mendeliana (Allard, 1971). Os efeitos prejudiciais não são produzidos pelo próprio processo da endogamia, mas são consequências diretas do número e tipos de caracteres mendelianos que se encontram em heterozigose na população original. A depressão por endogamia é a redução do valor médio fenotípico mostrado por caracteres associados com a capacidade reprodutiva ou eficiência fisiológica da planta (Falconer, 1976).

A depressão por endogamia não ocorre de maneira similar entre os organismos. Em milho, por exemplo, o resultado de algumas autofecundações são desastrosas e podem conduzir à extinção da variedade (Paterniani, 1978); em pimentão (*Capsicum annum* L.), Singh & Singh (1976) constataram o efeito negativo da endogamia causando depressão na qualidade das sementes produzidas; e autofecundações contínuas por 10 anos em abóbora (*Cucurbita* spp.) não produziram efeitos negativos acentuados, ou seja: ocorreu apenas redução do crescimento vegetativo (Lower & Edwards, 1986).

Por outro lado, em espécies perenes, Ho (1979) relata que a endogamia tem resultados adversos na produção e vigor nas seringueiras (*Hevea* spp.), além de reduzir o sucesso da polinização e aumentar a proporção de plantas raquíticas. Entretanto, Paiva (1992) destaca que o grau de endogamia estimado para a seringueira em populações naturais pode ser causado pela autofecundação ou pelo cruzamento entre plantas aparentadas, e apresentar alguma vantagem adaptativa na sobrevivência da espécie no ambiente tropical.

Na formação de novos plantios comerciais de cajueiro, não obstante o esforço para esclarecimento das consequências do emprego de sementes sexuadas, essa prática ainda vem sendo utilizada no Nordeste brasileiro, acarretando desuniformidade no porte das plantas, produção e peso das castanhas, qualidade, cor e peso do pedúnculo.

Araújo et al. (1993) compararam progênes autofecundadas e de polinização livre de clones de cajueiro anão precoce, CCP 76 e CCP 1001. Os resultados iniciais mostraram: redução de 38% da produção nas progênes autofecundadas do CCP 76 e 48% nas do clone CCP 1001; redução de 13% e 16% nas envergaduras Norte-Sul das progênes do CCP 76 e CCP 1001, respectivamente; e redução de 10% e 12% no peso das amêndoas das progênes autofecundadas dos clones CCP 76 e CCP 1001, respectivamente. Barros & Crisóstomo (1995) destacaram que a perda de vigor repetiu-se em relação à altura da planta e a outras características morfológicas dos clones CCP 76 e CCP 1001, variando, respectivamente, de 10,0% a 37,6% e de 1,6% a 48,0%.

O presente trabalho teve como objetivo estimar a taxa de depressão por endogamia nas características vegetativas e de produção, em progênes de clones de cajueiro anão precoce, originadas de autofecundações, polinizações livres e controladas, avaliadas aos 12, 18 e 24 meses de idade no campo.

MATERIAL E MÉTODOS

As progênes de cada sistema de reprodução foram obtidas no período de setembro de 1988 a fevereiro de 1989, no Campo Experimental de Pacajus, pertencente ao Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical (CNPAT) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), localizado no Km 5 da rodovia Pacajus-Itaipaba, município de Pacajus, CE.

A metodologia básica constou das seguintes etapas: a) obtenção de progênes de polinizações livres (PL), que consistiu da colheita de sementes de plantas em pomares dos clones CCP 76 (Clone de Cajueiro de Pacajus) e CCP 1001; de progênes autofecundadas (AF); de progênes formadas por hibridações (PH) entre plantas dos clones CCP 76 e CCP 1001, incluindo os recíprocos; e plantas dos clones CCP 76 e CCP 1001, propagadas vegetativamente; b) avaliação das progênes em campo aos 12, 18 e 29 meses de idade das plantas; c) estimativas da depressão endogâmica, em porcentagem, obtida pela expressão $D(\%) = [(PL - AF) \times 100] / PL$.

Na execução das polinizações, a técnica utilizada consistiu: a) na emasculação das flores masculinas e órgãos masculinos das flores hermafroditas, nas inflorescências que serviram como parental feminino; b) na coleta das flores masculinas na inflorescência do parental masculi-

no, nas primeiras horas da manhã, acondicionando-as em placa-de-petri com algodão umedecido; c) no horário de 10 - 12 h, quando ocorre a antese das flores hermafroditas e o período é favorável à deiscência das anteras, a polinização manual é efetuada balançando-se a flor coletada sobre o estigma da flor receptora, de forma que os grãos se soltem e fiquem aderidos a sua superfície; d) após uma semana, é efetuada a verificação do pegamento.

Os parâmetros de avaliação utilizados foram as porcentagens de polinização, de frutificação e germinação de semente, diâmetro do caule, altura da planta, número de folhas/planta, envergadura da copa no sentido Norte-Sul e Leste-Oeste, medida pelo diâmetro da projeção da copa, peso médio da castanha, peso médio da amêndoa, produção total de castanhas e número de castanhas produzidas.

Na avaliação das progênies, os dados foram coletados separadamente por planta. Os dados de plantas pertencentes ao mesmo grupo foram somados e analisados em relação à média. As estimativas da endogamia foram obtidas pela avaliação da geração de polinização livre em relação à média das plantas da geração de autofecundação, em um mesmo clone.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de polinização controlada estendeu-se por seis meses, dada a ocorrência de chuvas que retardaram o trabalho de polinização e contribuíram para o aumento da perda de frutos imaturos.

Na Tabela 1, encontram-se os resultados obtidos quanto ao aproveitamento da polinização até a ger-

minação das sementes, separadamente, por grupo de polinização. O percentual de aproveitamento na polinização manteve-se relativamente alto, acima de 60%, em relação ao grupo de plantas autofecundadas e ao híbrido CCP 76 x CCP 1001. Por outro lado, o cruzamento recíproco obteve índice inferior a 40%, evidenciando haver influência de herança citoplasmática na eficiência da polinização, quando o clone CCP 1001 funciona como parental feminino.

Não obstante a inexistência de referências para comparações, o percentual de frutificação foi considerado baixo em ambos os grupos de plantas, com valores ligeiramente superiores no grupo de cruzamento. A variação foi de 4,2% em plantas autofecundadas do clone CCP 1001 a 14,6% do cruzamento CCP 1001 x CCP 76. Barros & Crisóstomo (1995) citam percentual médio de frutificação de 16,5% quando é feita hibridação artificial entre clones de cajueiro anão x anão e anão x comum, com variação de 8,9% a 28,9%.

Quanto ao percentual de germinação das sementes, os valores foram superiores a 80% em todos os grupos, com exceção das sementes originadas de autofecundação do clone CCP 1001, que foi de 63%. O nível de redução na germinação de sementes do clone CCP 1001 em relação às do CCP 76, nos diferentes grupos, foi de 25% no tocante à autofecundação, e de 8,51% na polinização livre.

TABELA 1. Aproveitamento na polinização controlada do cajueiro.

Clones	Nº de flores polinizadas	Polinização (%)	Pegamento (%)	Germinação de semente (%)
Polinização controlada				
Autofecundação				
CCP 76	808	63,1	4,7	84,0
CCP 1001	167	61,1	4,2	63,0
Cruzamento				
CCP 76 x CCP 1001	796	64,6	8,0	86,0
CCP 1001 x CCP 76	644	39,1	14,6	81,0
Polinização livre				
CCP 76	-	-	-	94,0
CCP 1001	-	-	-	86,0

As informações sobre biologia floral e frutificação em cajueiro são escassas, sobretudo no que diz respeito ao tipo anão precoce. Todavia, Crisóstomo et al. (1991b), fazendo referência à baixa proporção de flores hermafroditas aptas à reprodução nos dois tipos, comum e anão precoce, respectivamente de 7,9% e 3,9%, concluíram que existem evidências de baixa eficiência reprodutiva em ambos os tipos, chamando a atenção dos melhoristas para observarem melhor esses aspectos. Destacam, ainda, que houve perda de 90,9% dos frutos vingados no cajueiro comum, e 83,3% no anão precoce, significando perdas exageradamente elevadas da produção potencial, sem serem conhecidas as verdadeiras causas.

O efeito da autofecundação na germinação das sementes dos clones, em comparação com a das sementes obtidas de polinização livre, foi negativo, isto é, houve redução na germinação de 10,6% no clone CCP 76, e de 26,7% no clone CCP 1001. A germinação das sementes do híbrido e seu recíproco apresentou valor inferior ao do grupo de polinização livre, porém foi superior à da autofecundação no clone CCP 1001 (22,2%), e ligeiramente superior à do clone CCP 76 (2,3%). Estes resultados evidenciam a existência, no cajueiro, de efeitos da endogamia que se expressam já na fase de germinação das sementes autofecundadas.

Na Tabela 2, são apresentadas as médias do diâmetro do caule, altura da planta e número de folhas, referentes a todas as progênies de cada sistema reprodutivo, aos seis meses de idade das plantas. Observa-se que as médias dos caracteres avaliados nas progênies autofecundadas foram inferiores às médias observadas em outros sistemas, com exceção das testemunhas, propagadas vegetativamente, representadas por ambos os clones que, normalmente, têm desenvolvimento retardado na fase inicial, em virtude do sistema de propagação. Nessa fase de desenvolvimento das plantas, os caracteres mais afetados, em ordem crescente, pelos efeitos depressivos da endogamia, foram: número de folhas por planta, altura da planta, e diâmetro do caule. Crisóstomo et al. (1991a), também avaliando o efeito da depressão por endogamia em progênies de cajueiro anão precoce dos clones CCP 1001 e CCP 76, aos quatro e seis meses de idade das plantas, encontraram efei-

to da depressão mais forte na germinação das sementes e no número de folhas por planta.

Os dados das características morfológicas e de interesse industrial, correspondentes aos doze meses de idade das plantas e à produção da primeira safra, são apresentados na Tabela 3. No geral, as características que mais sofreram a influência dos efeitos deletérios da endogamia foram a produção e número de castanhas, atingindo níveis acima de 50% em relação às progênies de polinização livre. Já o peso médio da castanha, aparentemente, sofreu pouca influência do efeito da endogamia.

O clone CCP 1001, propagado vegetativamente, superou todas as progênies autofecundadas em mais de 80% quanto aos caracteres produção e número de castanhas (Tabela 3). Isto mostra a sensibilidade do clone ao efeito da endogamia, e quantifica a perda do produtor ao plantar material vindo dessa origem.

Hallauer & Miranda Filho (1982) relatam resultados de 30 autofecundações sucessivas em milho, conduzidos com vistas aos caracteres altura da planta e produção. Pela análise dos dados, concluíram que houve efeito diferenciado na depressão por

TABELA 2. Médias do diâmetro do caule (DC), altura de planta (AP) e número de folhas (NF) de clones de cajueiro com 6 meses de idade em diferentes sistemas de polinização e clones multiplicados vegetativamente.

Clones	DC (cm)	AP (m)	NF
Polinização controlada			
Autofecundação			
CCP 76	1,50	0,45	112,4
CCP 1001	1,48	0,40	102,8
Cruzamento			
CCP 76 x CCP 1001	1,70	0,53	166,9
CCP 1001 x CCP 76	1,98	0,49	118,2
Polinização livre			
CCP 76	1,70	0,52	148,0
CCP 1001	1,58	0,50	125,4
Propagação vegetativa			
CCP 76	0,90	0,21	8,2
CCP 1001	1,13	0,34	26,7

endogamia entre os caracteres, a saber: com relação à altura de planta, a redução foi de 30%, e quanto à produção, foi de 75%.

Na Tabela 4 são apresentados os dados das mesmas características de vigor, referentes às plantas

com 29 meses de idade e produção da segunda safra. Observa-se que existe uma tendência de redução dos efeitos da endogamia em todas as características, quando se comparam as progênies autofecundadas em relação às de polinização livre,

TABELA 3. Médias de altura de planta (AP), envergadura de copa no sentido Norte-Sul (N-S) e Leste-Oeste (L-O), peso médio de castanha (PMC) e amêndoa (PMA), produção de castanha (PC) e número de castanha (NC) de cajueiro em diferentes sistemas de polinização e clones multiplicados vegetativamente.

Clones	Características morfológicas ¹			Características industriais ²			
	AP (m)	N-S (m)	L-O (m)	PMC (g)	PMA (g)	PC (kg)	NC
Polinização controlada							
Autofecundação							
CCP 76	1,21	1,85	1,93	6,73	1,70	0,54	89,9
CCP 1001	1,30	1,40	1,51	6,53	1,60	0,51	96,7
Cruzamento							
CCP 76 x CCP 1001	1,58	1,97	2,08	7,42	1,90	0,93	142,7
CCP 1001 x CCP 76	1,47	1,63	1,81	6,53	1,65	1,16	199,3
Polinização livre							
CCP 76	1,56	2,02	2,15	7,26	1,60	1,11	165,8
CCP 1001	1,50	1,82	1,80	7,63	1,93	1,99	279,0
Propagação vegetativa							
CCP 76	0,99	1,30	1,25	8,32	2,03	1,15	131,2
CCP 1001	1,37	1,65	1,64	7,42	1,86	3,18	476,0

¹ Avaliação feita aos 12 meses de idade das plantas.

² Dados da primeira safra (1990).

TABELA 4. Médias de altura de planta (AP), envergadura de copa no sentido Norte-Sul (N-S) e Leste-Oeste (L-O), peso médio de castanha (PMC) e amêndoa (PMA), produção de castanha (PC) e número de castanha (NC) de cajueiro em diferentes sistemas de polinização e clones multiplicados vegetativamente.

Clones	Características morfológicas ¹			Características industriais ²			
	AP (m)	N-S (m)	L-O (m)	PMC (g)	MA (g)	PC (kg)	NC
Polinização controlada							
Autofecundação							
CCP 76	2,09	3,50	3,46	6,85	1,76	0,54	89,9
CCP 1001	2,66	3,10	3,17	6,17	1,52	0,51	96,7
Cruzamento							
CCP 76 x CCP 1001	2,47	4,29	4,26	7,6	2,01	0,87	121,4
CCP 1001 x CCP 76	2,84	3,69	3,79	6,0	1,67	0,97	173,3
Polinização livre							
CCP 76	2,54	3,94	4,04	6,96	1,78	1,63	165,8
CCP 1001	-	-	-	-	-	1,11	-
Propagação vegetativa							
CCP 76	1,62	2,76	2,36	7,3	-	0,27	38,2
CCP 1001	2,24	3,67	3,37	6,1	-	0,90	147,1

¹ Avaliação feita aos 29 meses de idade das plantas.

² Dados da segunda safra (1991).

com exceção da envergadura da copa, em ambos os sentidos.

A quantificação dos efeitos da endogamia em todos os caracteres, de ambos os clones, aos 12, 18 e 24 meses de idade das plantas, são apresentadas nas Tabelas 5, 6 e 7. Quanto ao clone CCP 76, a

depressão endogâmica foi maior no caráter altura da planta (17,1%), enquanto que no CCP 1001 foi maior no diâmetro de copa (N-S) com 25,0%, aos 12 meses de idade (Tabela 5). Aos 18 meses de idade, a depressão foi maior, em ambos os clones, quanto à envergadura de copa (N-S) com 16,0% e 19,5%,

TABELA 5. Depressão por endogamia (D) de caracteres morfológicos em progênies de polinização aberta (PL) e autofecundada (AF) de clones de cajueiro anão precoce aos 12 meses de idade das plantas.

Caracteres	CCP 76			CCP 1001		
	PL	AF	D (%)	PL	AF	D (%)
Altura (m)	1,47	1,22	17,1	1,62	1,30	20,0
Diâmetro da copa (N-S) (m)	2,08	1,85	11,2	1,86	1,40	25,0
Diâmetro da copa (L-O) (m)	2,15	1,93	10,0	1,90	1,51	20,7

TABELA 6. Depressão por endogamia (D) de caracteres morfológicos em progênies de polinização aberta (PL) e autofecundada (AF) de clones de cajueiro anão precoce aos 18 meses de idade das plantas.

Caracteres	CCP 76			CCP 1001		
	PL	AF	D (%)	PL	AF	D (%)
Altura (m)	1,97	1,70	13,6	2,23	1,89	15,5
Diâmetro da copa (N-S) (m)	3,14	2,64	16,0	2,57	2,07	19,5
Diâmetro da copa (L-O) (m)	3,21	2,72	15,2	2,84	2,32	18,5
Peso da castanha (g)	7,50	6,73	10,3	6,91	6,53	5,50
Peso da amêndoa (g)	1,79	1,70	5,0	1,76	1,60	9,0

TABELA 7. Depressão por endogamia (D) de caracteres morfológicos em progênies de polinização aberta (PL) e autofecundada (AF) em clones de cajueiro anão precoce aos 29 meses de idade das plantas.

Caracteres	CCP 76			CCP 1001		
	PL	AF	D (%)	PL	AF	D (%)
Altura (m)	2,43	2,09	13,99	2,73	2,66	2,56
Diâmetro da copa (N-S) (m)	3,98	3,50	12,06	3,66	3,10	15,30
Diâmetro da copa (L-O) (m)	4,06	3,46	14,77	3,62	3,17	12,43
Peso da castanha (g)	7,75	6,85	11,61	6,30	6,17	2,06
Peso da amêndoa (g)	2,01	1,76	12,43	1,67	1,52	8,98
Peso da casca (g)	5,74	5,09	11,32	4,63	4,65	-0,43
Nº de castanha	121,42	89,40	25,29	173,28	96,71	43,34
Produção/planta (kg)	0,869	0,542	37,60	0,974	0,506	48,00

respectivamente, nos clones CCP 76 e CCP 1001 (Tabela 6). O caráter peso da amêndoa foi o que sofreu menor efeito da depressão (Tabela 6).

Os efeitos da endogamia no clone CCP 76, aos 29 meses, considerando os caracteres produtivos e morfológicos, foi maior na produção de castanha/planta, com redução de 37,6%, enquanto no clone CCP 1001 a redução foi de 48% (Tabela 7). Estes resultados são indicativos de que haverá redução acentuada na produção de castanha em plantios comerciais formados a partir de sementes clonais.

O efeito da endogamia é importante, porque produtores estão utilizando sementes de clones ou de matrizes de cajueiro anão precoce para novos plantios (Barros & Crisóstomo, 1995). Ao empregar sementes colhidas num campo de clone, está-se utilizando castanhas que resultaram do cruzamento natural entre flores de uma mesma planta ou entre as flores das demais plantas do pomar local, ou seja, do mesmo genótipo propagado assexuadamente.

CONCLUSÕES

1. O clone CCP 1001, quando funciona como parental feminino, demonstra efeitos de herança citoplasmática na eficiência da polinização controlada.

2. No cajueiro existem efeitos endogâmicos que se expressam já na fase de germinação das sementes até a fase adulta.

3. Há redução acentuada na produção de castanha em plantios comerciais formados a partir de sementes clonais.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J.P.P.; CRISÓSTOMO, J.R.; PINHEIRO, F.F.M.; BARROS, L.M.; CAVALCANTI, J.J.V. Efeito da depressão por endogamia no cajueiro anão precoce (*A. occidentale* L.). In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, 9., 1993, Teresina, Anais.... Teresina: Sociedade Brasileira de Genética, 1993, p.99.
- ALLARD, R.W. *Princípios do melhoramento genético das plantas*. São Paulo: Edgard Blücher, 1971. 381p.
- BARROS, L.M.; CRISÓSTOMO, J.R. Melhoramento genético do cajueiro. In: ARAÚJO, J.P.P.; SILVA, V.V. *Cajucultura: modernas técnicas de produção*. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1995. p.73-93.
- CRISÓSTOMO, J.R.; ARAÚJO, J.P.P.; PINHEIRO, M.J.D.; GADELHA, J.W.R.; PINHEIRO, F.F.M. Depressão por endogamia em progênies de dois clones de cajueiro anão precoce no primeiro ano de idade. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v.13, n.3, p.297-298, 1991a.
- CRISÓSTOMO, J.R.; PINHEIRO, F.F.M.; PARENTE, J.I.G.; MELO, F.I.O.; ALMEIDA, J.I.L. de. Proporção de sexo, florescimento e frutificação dos cajueiros comuns e anão-precoce. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v.13, n.2, p.189-190, 1991b.
- FALCONER, D.S. *Introducción a la genética cuantitativa*. Ciudad del México: Compañía Editorial Continental, 1976. 430p.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. *Quantitative genetics in maize breeding*. Iowa: Iowa State Univ. Press, 1982. 468p.
- HO, C.Y. *Contributions to improve the effectiveness of breeding, selection and planting recommendations of Hevea brasiliensis Muell. Arg.* Ghent. Belgium: Faculteit van de Landbouwwetenschappen - Rijksuniversiteit Gent, 1979. 341p. Tese de Doutorado.
- LOWER, R.L.; EDWARDS, M.D. Cucumber breeding. In: BASSETT, M.J. *Breeding vegetable crops*. Westport, CT: AVI Pub. Co. 1986. p.173-204.
- METTLER, L.E.; GREGG, T.G. *Genética de populações e evolução*. São Paulo: Polígono/EDUSP, 1973. 262p.
- PAIVA, J.R. de. *Variabilidade enzimática em populações naturais de seringueira (Hevea brasiliensis (Willd. ex ADR. de Juss.) Muell. Arg.)*. Piracicaba: ESALQ, 1992. 145p. Tese de Doutorado.
- PATERNIANI, E. *Melhoramento e produção de milho no Brasil*. São Paulo: Fund. Cargil, 1978. 650p.
- SINGH, A.; SINGH, N.H. Heterosis and inbreeding depression in three traits in chilli (*Capsicum annum* L.). *Journal of Agricultural Research*, v.10, n.2, p.105-110, 1976.