

ESTABILIDADE DE CULTIVARES DE MILHO NO ESTADO DE SERGIPE

Hélio Wilson Lemos de Carvalho¹, Cleso Antônio Patto Pacheco²,
Manoel Xavier dos Santos³ e Maria de Lourdes da Silva Leal¹

RESUMO - No período de 1989 a 1993 foram avaliadas onze cultivares de milho, em cinco ambientes, nas zonas semi-árida e dos tabuleiros costeiros do Estado de Sergipe, em blocos ao acaso com três repetições, visando a seleção de materiais produtivos e com boa estabilidade de produção. Detectou-se uma ampla faixa de variação nas condições ambientais, em razão, principalmente, das condições físicas do solo. A análise da variância conjunta evidenciou diferenças marcantes entre as cultivares e locais, e revelou a existência de diferenças genéticas entre as cultivares quanto à sua resposta às variações ambientais. As cultivares BR 5011-Sertanejo e BR 106 apresentaram alta produção, adaptação ampla e previsibilidade de comportamento, destacando-se como melhores materiais. A cultivar BR 5028-São Francisco, precoce e de porte baixo, associou alto potencial produtivo, a uma adaptação ampla, apesar de evidenciar comportamento imprevisível. Os híbridos Braskalb XL 604, BR 201 e Germinal 500, de alto potencial para produtividade, revelaram tendência de adaptação em ambiente favorável e comportamento imprevisível em todos os ambientes. A BR 5033-Asa Branca mostrou melhor adaptação em ambientes desfavoráveis e comportamento produtivo imprevisível nas condições climáticas avaliadas.

Termos para indexação: *Zea mays*, adaptabilidade, diferenças genéticas.

STABILITY OF CORN CULTIVARS IN THE STATE OF SERGIPE

ABSTRACT - Eleven corn cultivars were evaluated under five environments from 1989 to 1993 in the semi-arid zones of coasting tray of the state of Sergipe, in randomized blocks with three replications, aiming the selection of productive materials and with good production stability. A large variation belt was detected in the environmental conditions, in reason, mainly of the physical soil conditions. The conjoint analyses of variance evidenced the remarkable differences between the cultivars in relation to their reply to the environmental variations. The varieties BR 5011-Sertanejo and BR 106 presented high production, large adaptation and pre-visibility of behaviour, standing out like better materials. The cultivar BR 5028-São Francisco, precocious and of low part, associated high potential for productivity to a large adaptation, despite showing not visible behaviour. The hybrids Braskalb XL 604, BR 201 and Germinal 500, of high potential for productivity revealed the tendency of adaptation under favourable environment and not visible behaviour under all environments. The variety BR 5033-Asa Branca showed a better adaptation under unfavorable environments and unpredictable productive behavior under the climatic variations studied.

Index terms: *Zea mays*, adaptability, stabilitz, genetical differences

¹ Eng.-Agr., M.Sc., EMBRAPA/CPATC, Av. Beira-Mar, 3.250, Caixa Postal 44, CEP 49001-970, Aracaju-SE

² Eng.-Agr., M.Sc., EMBRAPA/CNPMS, Rod. MG 424, Km 65, Caixa Postal 151, CEP 35701-970, Sete Lagoas-MG

³ Eng.-Agr., Ph.D., EMBRAPA/CNPMS, Caixa Postal 151, CEP 35701-970, Sete Lagoas-MG

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem se verificado um incremento considerável da cultura do milho no Nordeste brasileiro, em razão do crescente aumento da demanda, originada principalmente, pela exploração de pequenos animais. Apesar disso, a produção atual é insuficiente para atender essa demanda, dada a baixa produtividade alcançada pela cultura em função do baixo nível tecnológico dispensado a cultura, associado a utilização de cultivares tradicionais, de baixo potencial para produtividade. Com a introdução de novas cultivares de porte mais baixos das plantas e espigas, resistentes ao acamamento e quebramento do colmo, de ciclos precoce a semi-tardio, de alto potencial para produtividade e com boa adaptabilidade e estabilidade de produção para a região, poderão substituir as cultivares locais, proporcionando melhoria da produtividade.

Para identificação de cultivares com boa estabilidade de produção têm sido utilizados com vantagem, por diversos pesquisadores, em várias espécies, a metodologia apresentada por EBERHART & RUSSEL (1966), a qual deve ser preferida quando o número de ambientes for pequeno (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992). Para SANTOS (1980), o processo de recomendação de cultivares baseado no desempenho médio superior obtido na média de ensaios realizados em vários anos e locais é desaconselhável, uma vez que, além de não se conhecer a contribuição ambiental na expressão fenotípica de um determinado caráter, corre-se o risco de recomendar cultivares que mostraram rendimentos inferiores em ambientes particulares. Por essa razão, é de especial interesse, que se conheça a interação genótipos x ambientes, a qual, segundo RAMALHO *et al.* (1993) assume papel fundamental quando um grupo de cultivares são submetidos à diversas condições ambientais, devendo-se estimá-la e avaliar a sua importância na recomendação de cultivares.

Alguns trabalhos realizados no Nordeste brasileiro, utilizando a metodologia de EBERHART & RUSSEL (1966) recomendaram algumas cultivares de milho para a exploração na região. Dessa forma, CARVALHO (1988), estudando o comportamento de dezenove cultivares em sete ambientes, no Estado de Sergipe, verificou que as BR 5011 e BR 5028 mostraram alta produtividade de grãos associado a uma adaptação ampla com comportamento previsível nos ambientes

estudados, enfatizando que as seleções realizadas nessas cultivares na região refletiram na melhoria da produtividade e adaptação. Essas cultivares repetiram esse comportamento quando avaliados em dez ambientes no Estado de Sergipe (CARVALHO *et al.* 1992), mostrando, mais uma vez, que a seleção dessas cultivares tem permitido ganhos de produtividades. Esses resultados concordam com LIRA *et al.* (1993), avaliando treze cultivares de milho em seis locais no Rio Grande do Norte, no tocante à adaptação dessas cultivares, já que, os autores verificaram que a variedade BR 5028 mostrou comportamento imprevisível nos ambientes estudados.

Considerando-se estes aspectos, o presente trabalho teve como objetivo verificar a adaptabilidade e estabilidade de produção de algumas cultivares de milho em diferentes condições ambientais no Estado de Sergipe.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados de rendimentos de grãos de 11 cultivares de milho, comuns em cinco ensaios em diferentes locais em Sergipe. Os ensaios foram instalados nos municípios de Poço Verde (1989), na zona semi-árida e em Neópolis (1990, 1991 e 1992) e Umbaúba (1993), na faixa dos tabuleiros costeiros do estado de Sergipe. Nas áreas experimentais, os solos são do tipo Cambissol eutrófico (Poço Verde), aluvião (Neópolis) e Podzólico Vermelho-Amarelo (Umbaúba). A faixa dos tabuleiros costeiros no estado de Sergipe, com altitude média de 50 a 100 m, apresenta solos profundos e de baixa fertilidade natural, temperaturas amenas, com precipitação média anual variando de 600 a 1200 mm. A zona semi-árida, com clima quente, semi-árido, precipitação média anual variando de 500 a 800 mm, apresenta solos rasos e de baixa fertilidade natural, na faixa que envolve o município de Poço Verde. Os índices pluviométricos obtidos durante o ciclo da cultura constam na Tabela I.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições dos onze tratamentos. Cada parcela constou de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, a espaços de 0,90 m e 0,50 m entre covas, dentro das fileiras. Foram colocadas 3 sementes por cova, deixando-se 2 plantas por cova, após o desbaste. Foram colhidas as duas fileiras centrais de forma integral, correspondendo a uma área útil de 9,0

TABELA I. Índices pluviométricos (mm) ocorridos durante o período experimental. Poço Verde (1989), Propriá (1990, 1991, 1992) e Umbaúba (1993)

Meses	Poço Verde	Propriá			Umbaúba
	1989	1990	1991	1992	1993
Maio	110,0	99,6	264,6	65,0	58,0
Junho	46,7	71,0	179,0	76,0	219,1
Julho	84,7	102,8	71,0	143,0	97,2
Agosto	134,4	75,5	256,5	117,1	211,0
Setembro	46,5	82,4	34,0	48,0	74,0
Totais	522,3	431,3	805,1	449,1	659,3

m². Todos os ensaios receberam uma adubação com N e P, usando-se 70 kg/ha de N e 70 kg/ha de P₂O₅, nas formas de uréia e superfosfato simples, respectivamente. Todo o P foi aplicado na época do plantio, no fundo dos sulcos, e o N, cobertura, na terceira e quinta semana após o plantio.

Os pesos de grãos de cada ensaio, após serem ajustados para o nível de 15,5% de umidade, foram submetidos a uma análise de variância, seguindo o modelo de blocos ao acaso. Após a análise de variância conjunta para todos os ambientes, determinaram-se os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica, obedecendo-se a metodologia proposta por Eberhart & Russel (1966), conforme segue abaixo:

$$Y_{ij} = m_i + b_i I_j + I_{ij} + e_{ij}$$

onde: Y_{ij} = média da cultivar *i* no ambiente *j*;

m_i = média da cultivar *i* em todos os ambientes;

b_i = coeficiente de regressão linear que mede a resposta da cultivar *i* quando variam os ambientes

I_j = índice ambiental codificado ($\sum I_j = 0$)

I_{ij} = desvio da regressão da cultivar *i* no ambiente *j*;

e_{ij} = erro residual associado à média.

Determinou-se, também, o coeficiente de determinação R², segundo Steel & Torrie (1960), visando avaliar quanto da variação total de cada cultivar era explicado pelo modelo acima.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As cultivares mostraram comportamento diferenciado ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, em todos os ambientes (Tabela II). Os coeficientes de variação dos experimentos variaram de 9,0% a 22,2%, conferindo de boa à regular precisão dos ensaios. As médias de produção dos ensaios variaram de 2880 kg/ha (Propriá, 1990) a 5299 kg/ha (Umbaúba, 1993), evidenciando a ampla faixa de variação das condições ambientais onde foram realizados os ensaios. Essas variações ocorreram, principalmente, em função das diferenças nas condições físicas do solo, uma vez que as condições climáticas (Tabela I) foram adequadas em todos os ambientes. De fato, o solo da área experimental do município de Propriá, onde foram registradas as menores produções médias, por sua textura argilosa, restringe o desenvolvimento do sistema radicular, afetando por conseguinte, a capacidade da planta na absorção de água e nutrientes. Em Poço Verde e Umbaúba, onde os solos são de textura leve, as cultivares de milho expressaram melhor seus potenciais para produtividade, traduzidos pelas melhores produções médias alcançadas nesses locais. Na Tabela II pode ser observado que a relação entre o maior e o menor quadrado médio residual é de 3,4, indicando que todos os cinco ambientes podem ser reunidos numa análise de variância conjunta (PIMENTEL GOMES, 1976).

TABELA II. Produtividades médias de grãos, valores do teste F e coeficientes de variação (C.V.), obtidos nos cinco ambientes, em Sergipe, no período de 1989 a 1993

Cultivares	Poço Verde	Propriá		Umbaúba	
	1989	1990	1191	1192	1993
BR 5033	4030	4128	2753	3915	5159
BR 5011	6150	3509	3797	4536	5767
BR 5028	5267	3179	3557	4307	6848
BR 106	5793	2773	3767	4898	6470
CMS 22	4256	3069	1250	3299	4178
CMS 35	3593	1779	2547	2807	3321
BR 5037	3397	2632	2033	2902	4978
BR 201	6253	2437	2887	4383	5248
Germinal 500	6306	3174	2857	3479	5270
Braskalb XL 678	6243	2712	3883	5270	6258
BR 451	4250	2290	2450	3084	4790
Médias	5049	2880	2889	3898	5299
F	19,4**	219**	12,5**	12,0**	5,7**
C.V.(%)	9,0	22,2	13,9	10,7	14,0
O.M. Residual	207.369	411652	162557	175905	553885

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela III é apresentado o resultado da análise de variância com a decomposição da soma de quadrados de ambientes dentro de cultivares, conforme a metodologia de EBERHART & RUSSEL (1966). A significância para ambiente linear revelou a presença de variações significativas no ambiente para proporcionar alterações nas médias das cultivares. A interação cultivares x ambientes linear mostrou haver diferenças genéticas entre as cultivares, para seus comportamentos lineares frente às variações ambientais. Isto equivale a dizer que existem diferenças significativas entre seus coeficientes de regressão linear, os quais são indicadores da adaptação dessas cultivares a uma série de ambientes, além de permitir prever suas respostas frente aos estímulos ambientais. Os desvios combinados, significativos ao nível de 1%, mostraram também existir diferenças entre as cultivares, quanto às suas respostas não lineares em função das variações ambientais, o que implica que algumas dessas cultivares apresentaram baixa previsibilidade, segundo o modelo adotado. Resultados semelhantes foram obtidos por CARVALHO *et al.* (1992), trabalhando com 16 cultivares no Estado de Sergipe.

As produtividades médias de grãos nos cinco ambientes, os coeficientes de regressão linear, a variância dos desvios da regressão e os coeficientes de determinação para cada cultivar estudada, acham-se na Tabela IV. Os rendimentos médios de grãos variaram de 2809,47 kg/ha (CMS 35) a 4873,40 kg/ha (Braskalb XL 678), com média geral de 4003,14 kg/ha. Os coeficientes de regressão variaram de 0,53 (BR 5033) a 1,31 (BR 201), sendo diferentes da unidade ($b=1$), pelo teste t de Student a 1% de probabilidade para as cultivares CMS 35 e BR 5033 e, a 5%, para a BR 201 e Braskalb XL 678, evidenciando que estas cultivares exibiram comportamentos específicos em determinados ambientes. As demais cultivares, cujos coeficientes de regressão não diferiram da unidade ($b=1$), apresentaram adaptabilidade ampla a todos os ambientes estudados com exceção das BR 451, CMS 22 e BR 5037, que mostraram baixos rendimentos médios, exibindo, portanto, baixa adaptabilidade. As cultivares BR 5011, BR 106, BR 451 e CMS 35, cujos desvios da regressão não foram significativos, revelaram comportamentos previsíveis em função dos índices ambientais, segundo o modelo proposto.

TABELA III. Análise de variância com a decomposição da soma de quadrados de ambientes dentro de cultivares, segundo a metodologia de EBERHART & RUSSEL (1966), relativo à produção de grãos (kg/ha), de 11 cultivares de milho, avaliadas em cinco ambientes no Estado de Sergipe, no período de 1989 a 1993.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios
Cultivares (C)	10	8.208.563,00**
Ambientes (A)	4	43.608.536,00**
Interação (C x A)	40	1.079.668,00**
Ambientes dentro de Cultivares	44	4.945.928,50
Ambiente linear	1	174.433.888,00**
Cultivar x ambiente linear	10	1.230.612,75**
Desvios combinados	33	935.775,38**
Desvio Braskalb XL 678	3	1.070.536,62*
Desvio BR 5011	3	254.711,67 ns
Desvio BR 106	3	635.582,69ns
Desvio BR 5028	3	940.268,69*
Desvio BR 201	3	1.089.151,37*
Desvio Germinal 500	3	1.416.040,00**
Desvio BR 5033	3	1.453.040,87**
Desvio BR 451	3	102.685,66ns
Desvio CMS 22	3	1.755.576,37**
Desvio CMS 35	3	379.840,84ns
Resíduo	100	302.288,81

Considerando estes resultados, a variedade BR 5011- Sertanejo, resultante do 9º ciclo de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, em Sergipe, e a BR 106 apresentaram produções médias altas (em torno de 19% superior à média geral), coeficientes de regressão não diferindo da unidade ($b=1$), revelando adaptabilidade ampla nos ambientes estudados e desvios da regressão não significativos ($s^2d=0$), evidenciando alta estabilidade ou comportamento previsível em todos os ambientes. Seus altos coeficientes de determinação (0,95 e 0,93, respectivamente), confirmam esta análise. Resultados semelhantes, no que se refere à BR 5011,

foram obtidos por CARVALHO *et al.* (1988) e CARVALHO *et al.* (1992). Com relação a variedade BR 106, os autores verificaram naquela ocasião que, apesar de apresentar a maior produtividade média, a mesma mostrou grande tendência para adaptação em ambientes favoráveis, revelando ainda comportamento imprevisível em todos os ambientes.

A BR 5028- São Francisco, resultante do 8º ciclo de seleção em Sergipe, de ciclo precoce e porte baixo, exibiu bom potencial para produtividade (16% acima da média geral), adaptabilidade ampla ($b=1$),

porém baixa previsibilidade (s^2d^0), o que discorda de CARVALHO *et al.* (1992), que observaram adaptabilidade ampla e previsibilidade ao comportamento desta cultivar. Entretanto, ainda que esta cultivar tenha apresentado baixa estabilidade no presente trabalho, seu coeficiente de determinação foi de 0,89, indicando boa contribuição do seu comportamento linear, em função dos índices ambientais. As cultivares CMS 22 e BR 5037, esta última de porte baixo e super precoce, apresentaram produções médias abaixo da média geral e comportamento imprevisível nos ambientes estudados, discordando de CARVALHO *et al.* (1992) que encontrou adaptabilidade com comportamento previsível para estas cultivares.

Dentre os híbridos, apenas o Germinal 500 mostrou adaptabilidade ampla, apresentando produção média superior à média geral (6%), porém um comportamento imprevisível em todos os ambientes. O coeficiente de determinação de 0,84 atribuído a esta cultivar, indica, entretanto que, apesar da significância do seu efeito não linear em resposta às variações ambientais, 84% de sua variabilidade em função dos índices ambientais é explicado pelo modelo linear proposto.

Os híbridos Braskalb XL 678 e BR 201 que expressaram alto potencial para produtividade (22% e 6% superiores à média geral, respectivamente), mostraram adaptabilidade específica a ambientes favoráveis ($b > 1$), revelando ainda comportamento imprevisível em todos os ambientes. As variedades BR 5033 - Asa Branca, com produção em torno da média geral, apresentou melhor adaptação a ambientes desfavoráveis ($b < 1$). Essa cultivar resultante do 7º ciclo de seleção, em Sergipe, mostrou comportamento imprevisível nos ambientes estudados, discordando de CARVALHO *et al.* (1992), que detectou comportamento previsível, aliado a uma adaptação ampla para esta variedade.

Considerando que o milho é um produto de grande importância econômica no Nordeste brasileiro e que a produção atual é insuficiente para atender a demanda regional, devido, principalmente, à baixa produtividade alcançada pela cultura, provocada pelo baixo nível tecnológico adotado pelos produtores rurais, torna-se imprescindível, para reverter esse quadro, a recomendação de cultivares de milho que aliem alto potencial produtivo a uma boa adaptabilidade e

estabilidade de produção, em substituição às variedades locais. Essa medida, certamente, trará mudanças substanciais para a cultura do milho no Nordeste. Desta forma as variedades BR 5011 e BR 106, de ciclos e portes normais, que mostraram alto potencial para produtividade, aliado a uma adaptação ampla e alta estabilidade, são as mais indicadas para a região, principalmente a BR 5011, posto que o coeficiente de regressão da BR 106 esteve próximo ao valor crítico de $t_{5\%, 100} = 1,98$ ($t = 1,93$), mostrando ligeira tendência de adaptação a ambientes favoráveis. A BR 5028, de ciclo precoce e porte baixo, bastante difundida na região, é também uma cultivar promissora pois, além de ter apresentado uma produtividade acima da média geral, teve coeficiente de regressão que não diferiu estatisticamente da unidade. Sua desvantagem, como foi discutido anteriormente, foi ter-se mostrado de baixa previsibilidade. Entretanto esta cultivar não deve ser julgada totalmente indesejável, uma vez que seu R^2 atinge níveis de 89%.

As variedades BR 451, CMS 22, de ciclos curtos e a BR 5037, super precoce, todas de baixo porte, exibiram sempre rendimentos médios inferiores à média geral, apesar de mostrarem ampla adaptabilidade e, a BR 451, alta previsibilidade. A BR 5033, também de ciclo curto e porte baixo e que já se encontra difundida em pequena escala na região, teve produção média inferior à média geral, porém superior às das três variedades citadas acima, apresentou como característica desejável a sua adaptação a ambientes desfavoráveis, o que a torna uma cultivar alternativa para a região.

Com relação aos híbridos, o Braskalb XL 674, que apresentou a maior média de produção, e o BR 201 evidenciaram tendências significativas para adaptação em ambientes favoráveis, além de baixa estabilidade. Apenas o Germinal 500 mostrou ampla adaptabilidade. Observou-se também que, além de apresentarem adaptação a ambientes favoráveis e/ou baixa estabilidade nos ambientes estudados, os híbridos, com exceção do Braskalb XL 678, não tiveram produções estatisticamente diferentes das melhores variedades. Assim sendo e considerando, como já foi discutido, o nível tecnológico do produtor nordestino, onde a maioria dos agricultores não pratica uma agricultura altamente tecnificada, com grande uso de insumos, deve-se dar preferência pelo uso de variedades.

TABELA IV. Produtividades médias de grãos (kg/ha), coeficientes de regressão linear (b), variância dos desvios da regressão (s^2d) e coeficientes de determinação (R^2), de 11 genótipos de milho em cinco experimentos em Sergipe, no período de 1989 a 1993

Cultivares	Médias	b	S^2d	R^2
Braskalb XL 678	4.873,40	1,27*	1.070.536,62*	0,89
BR 5011	4.751,73	0,99ns	254.711,67ns	0,95
BR 106	4.740,27	1,25ns	635.582,69ns	0,93
BR 5028	4.631,40	1,21ns	940.268,69*	0,89
BR 201	4.241,53	1,31*	1.089.151,37*	0,89
Geminal 500	4.217,40	1,19ns	1.416.040,00**	0,84
BR 5033	3.997,33	0,53**	1.453.040,87**	0,50
BR 451	3.372,80	0,95ns	102.685,66ns	0,98
CMS 22	3.210,67	0,88ns	1.755.576,37**	0,70
BR 5037	3.188,53	0,85ns	1.178.094,37*	0,76
CMS 35	2.809,47	0,55**	379.840,84ns	0,81
Média	4.003,14	-	-	-
C.V.(%)	13.73	-	-	-
D.M.S. (5%)	1.388	-	-	-

*, ** significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste T para o parâmetro b e pelo Teste F para o parâmetro s^2d .

^{n.s.} não significativo a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste T para o parâmetro b e pelo Teste F para o parâmetro s^2d .

CONCLUSÕES

1. As variedades BR 5011 - Sertanejo e BR 106 aliam alto potencial para produtividade a uma adaptabilidade ampla, com comportamento previsível em todos ambientes estudados, justificando as suas recomendações para exploração comercial.

2. A cultivar BR 5028 - São Francisco associa alto potencial produtivo a uma boa adaptação e, por ser uma cultivar de ciclo curto, apresenta menor risco de cultivo nos anos em que os "invernos" são curtos.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, H.W.L. de; Comportamento de cultivares de milho no Estado de Sergipe. I - Ensaios de rendimentos, 1986 e 1987. Aracaju: EMBRAPA-CNPCo, 1988. 27p. (EMBRAPA-CNPCo, **Boletim de Pesquisa**, 3).
- CARVALHO, H.W.L. de; MAGNAVACA, R.; LEAL, M. de L. da S. Estabilidade da produção de cultivares de milho no Estado de Sergipe. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.27, n.7, p.1073-1082, 1992.

- CARVALHO, H.W.L. de; SERPA, J.E.S. Comportamento de cultivares de milho no Estado de Sergipe. I - Ensaio Estaduais de rendimento, 1982, 1984 e 1985. Aracaju: EMBRAPA-CNPCo, 1987. 32p. (EMBRAPA-CNPCo. **Boletim de Pesquisa, 1**).
- EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Stability parameters for companying varieties. **Crop Science**, Madison, v.6, p.36-40, 1966.
- LIRA, M.A.; LIMA, J.M.P. de; FILHO, S.M. GUERRA, A.G. Adaptabilidade de cultivares de milho no Rio Grande do Norte. Natal: EMPARN, 1993. 22p. (EMPARN, **Boletim de Pesquisa, 23**).
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 6ª ed. Piracicaba. Livraria Nobel S.A., 1976. 430p.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M.J. de O. Interação dos genótipos por ambientes: RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M.J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas - aplicação no melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG, 1993. Cap. 6p.131-169. (Publicações, 120).
- SANTOS, J.B. dos. **Estabilidade fenotípica de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) nas condições do sul de Minas Gerais**. Piracicaba: ESALQ, 1980. 110p. Tese de Mestrado.
- STELL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw Hill, 1960. 481p.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Componentes da variação fenotípica: análise em vários ambientes. In: **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. p.233-333.