

PROGRESSO DO MELHORAMENTO GENÉTICO DO FEIJOEIRO NAS DÉCADAS DE SETENTA E OITENTA NAS REGIÕES SUL E ALTO PARANAÍBA EM MINAS GERAIS¹

ÂNGELA DE FÁTIMA BARBOSA ABREU², MAGNO ANTÔNIO PATTO RAMALHO,
JOÃO BOSCO DOS SANTOS³ e LEANDRO ALVES MARTINS⁴

RESUMO - Visando estimar o progresso genético obtido no programa de melhoramento do feijoeiro, conduzido nas regiões mineiras sul e Alto Paranaíba, nas décadas de setenta e oitenta, foi feito um levantamento dos resultados obtidos nos experimentos de avaliação de cultivares nas referidas regiões. Foram utilizados dois métodos: com o primeiro, estimaram-se os coeficientes de regressão linear ao longo dos anos, de todas as cultivares e apenas da testemunha. A diferença entre esses b's forneceu a estimativa do progresso genético médio anual. O segundo método foi o de Vencovsky et al. (1986) modificado por Rodrigues (1990). Os resultados obtidos pelos dois métodos foram semelhantes, e mostraram que o progresso genético médio anual, no período, foi de 1,9%, o qual é comparável ao que tem sido obtido em programas de melhoramento com outras culturas no Brasil.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris*, cultivares, progresso genético.

GENETIC GAIN IN THE COMMON BEAN BREEDING PROGRAM PERFORMED AT THE SOUTH AND UPPER PARANAÍBA REGIONS OF MINAS GERAIS STATE IN THE SEVENTIES AND EIGHTIES

ABSTRACT - Genetic progress accomplished by the common beans improvement program, performed at south and upper Paranaíba regions of Minas Gerais, Brazil, was estimated for the seventies and eighties, from a survey of all results obtained from cultivar's evaluation assays of the period. Two methods were applied to estimate the progress. Firstly, linear regression coefficients were estimated throughout the years, for all cultivars together and for the control cultivar alone. The difference between these b gave the estimate of the annual average genetic gain. Latter, the method proposed by Vencovsky et al. (1986) and modified by Rodrigues (1990) was applied. Both methods gave similar results, and the annual average genetic progress in the period was estimated to be 1.9%, which is comparable to those attained in improvement programs performed with other crops in Brazil.

Index terms: *Phaseolus vulgaris*, cultivars, genetic progress.

INTRODUÇÃO

No melhoramento genético de qualquer cultura, uma etapa fundamental é a de avaliação de cultivares, que envolve normalmente materiais introduzidos de outros programas e também as linha-

gens mais promissoras advindas do programa de melhoramento conduzido na região.

Essas avaliações possuem duplo objetivo. O primeiro visa a recomendação de novos materiais para os agricultores, e o segundo, a identificação de novos progenitores para participar do programa de hibridação visando à criação de novas linhagens.

Os experimentos de avaliação de cultivares de feijão, nas regiões mineiras Sul e Alto Paranaíba tiveram o seu início na década de setenta. De lá para cá, inúmeros trabalhos foram conduzidos

¹ Aceito para publicação em 2 de agosto de 1993.

² Enga. - Agra., EMBRAPA/EPAMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200 Lavras, MG.

³ Eng. - Agr., ESAL, Caixa Postal 37, CEP 37200 Lavras, MG.

⁴ No curso de Agron. da ESAL.

(Santa Cecília & Ramalho, 1974; Santos et al., 1979; Abreu et al., 1983; Abreu et al., 1985; Santa Cecília et al., 1985; Pereira et al., 1987), envolvendo as novas linhagens da ESAL/EPAMIG e também as introduzidas de outros programas conduzidos no Brasil e no Exterior.

Freqüentemente, a eficiência dos programas de melhoramento é avaliada através do número de cultivares recomendadas e da área ocupada com essas cultivares. Esse processo, contudo, é falho, porque nesse caso a eficiência avaliada não é só do programa de melhoramento, mas também da difusão das novas cultivares, a qual, quase sempre, independe do melhorista. Por essa razão, têm sido utilizadas outras alternativas, como, por exemplo, a comparação, em experimentos, entre as cultivares primitivas e as recentemente recomendadas (Duvick, 1987; Duvick, 1984; Russel, 1974; Wilcox et al., 1979; Cardwell, 1982 e Castleberry et al., 1984). Esse procedimento tem o inconveniente de exigir a condução de experimentos apenas com essa finalidade, e há necessidade de se terem os materiais primitivos armazenados sem alteração na sua constituição.

Outra opção é a utilização dos resultados dos experimentos de competição de cultivares, conduzidos por vários anos em dada região, como os relatados anteriormente. Considerando que nesses experimentos, a cada período, há substituição de algumas cultivares por outras supostamente melhores, avalia-se a eficiência em função da superioridade genética das cultivares que estão participando dos experimentos em determinado ano, em relação às dos anos anteriores (Vencovsky et al., 1986). Esse procedimento tem sido utilizado em algumas culturas no Brasil, como milho (Vencovsky et al., 1986 e Fernandes, 1988), soja (Tolado et al., 1990) e sorgo (Rodrigues, 1990).

O presente trabalho visa estimar o progresso já alcançado nos estudos de melhoramento genético do feijão.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram coletados dados dos experimentos de avaliação de cultivares conduzidos pela ESAL/EPAMIG, no período de 1972 até 1990.

De cada trabalho foram obtidas informações relativas ao número de cultivares avaliadas, número de locais e de repetições, detalhes das parcelas, precisão experimental, e informações, quando disponíveis, da origem e cor dos grãos.

Para avaliar o progresso, foram utilizados dois processos. No primeiro, foi estimada a regressão linear, utilizando como variável depende a produtividade média anual de grãos, e como variável independente, os anos. Essa regressão foi estimada quanto à cultivar Carioca, que participou de todos os experimentos, e quanto à média das demais cultivares. No caso da cultivar Carioca, o b da regressão mede a alteração no ambiente, e para as demais cultivares, a alteração fenotípica (ambiente + genotípica). A diferença entre os dois b's fornecerá então a estimativa da alteração genotípica, ou seja, do progresso genético médio anual.

O segundo processo foi semelhante ao método apresentado por Vencovsky et al. (1986). Para isso, foram identificadas as cultivares comuns a dois anos sucessivos e estimada a média (\bar{Y}_{ci}) para cada ano. Os dados foram coletados em n anos, e o ganho genético (Ga) por ano, em relação ao anterior, foi obtido pelo contraste:

$$Ga_k = \bar{Y}_i - \bar{Y}_j - (\bar{Y}_{ci} - \bar{Y}_{cj})$$

para $i > j$

onde:

Ga_k é o ganho genético no par de anos i e j.

\bar{Y}_i é a média geral das cultivares no ano i.

\bar{Y}_j é a média geral das cultivares no ano j, sendo $j = i+1$.

\bar{Y}_{ci} e \bar{Y}_{cj} é a média geral das cultivares comuns aos anos i e j, respectivamente.

O ganho genético total foi fornecido por:

$$Ga = \sum_{k=1}^{n-1} Ga_k$$

O ganho genético médio anual foi estimado segundo Vencovsky (1986) como a média do ganho genético anual, isto é:

$$Ga = \frac{\sum_{k=1}^{n-1} Ga_k}{n-1}$$

Esse ganho genético médio anual também foi estimado pelo procedimento apresentado por Rodrigues (1990), utilizando o método dos quadrados mínimos ponderados. Em ambos os casos, para a estimativa do ganho genético percentual médio utilizou-se a expressão:

$$\overline{\text{Ga}} = \frac{\overline{\text{Ga}}}{\overline{\text{Y}}_1} 100$$

onde $\overline{\text{Y}}_1$ é a média geral do ensaio do primeiro ano

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período foram catalogados experimentos envolvendo 16 anos agrícolas, desde 1972/73 até 1990/91, com exceção dos anos de 1973/74, 1978/79 e 1979/80. Até 1987/88, os experimentos envolveram o plantio "da seca", com semeadura em fevereiro-março, e "das águas", com semeadura em outubro-novembro. A partir desse ano, foi incluído também o denominado feijão de outono-inverno, cuja semeadura é realizada em julho/agosto.

Foram coletados os dados médios de 78 experimentos envolvendo dez locais das regiões sul e do Alto Paranaíba, em Minas Gerais (Tabela 1). Na maioria dos experimentos, foram avaliadas de

20 a 30 cultivares, embora em alguns casos esse número tenha sido superior. Houve predominância do delineamento em blocos casualizados, apesar de, recentemente, vir sendo empregado o delineamento tipo látice. O número de repetições variou de três a cinco, com predominância do uso de quatro; na maioria dos casos, a parcela foi constituída de duas linhas de 5 m, sem bordadura.

A estimativa do coeficiente de variação experimental foi, em média, de 24,6%, valor esse semelhante ao normalmente encontrado em experimentos com a cultura do feijoeiro, segundo levantamento realizado por Estefanel et al. (1987). Era esperado que com o decorrer dos anos a precisão fosse sendo melhorada. Contudo, tal fato não foi uma constante, o que indica a necessidade de serem direcionados mais esforços no sentido de melhorá-la, sobretudo porque com o decorrer dos anos será necessário detectar diferenças cada vez menores entre os materiais avaliados.

Considerando todos os experimentos, foram avaliadas 212 cultivares, incluindo a Carioca, que foi comum a todos. Em média, cada cultivar participou de 6,8 avaliações (Fig. 1). Assim, é possível inferir que, de modo geral, cada cultivar deve ter permanecido nas avaliações de um a dois anos antes de ser substituída. Recentemente, além da Carioca, têm sido utilizadas, nos experimentos, outras duas testemunhas, a Milionário e a Ouro, as quais participaram de 37 e 26 experimentos, respectivamente. Outra cultivar que foi amplamente avaliada foi a ESAL 506, que participou de 41 experimentos após o ano agrícola 1984/85. Ela apresenta grãos de cor parda, e tem-se destacado na maioria dos experimentos em que participa (Ramalho & Santos, 1986).

Dentre as cultivares avaliadas, 4,2% foram materiais obtidos dos agricultores da região. Esses materiais foram avaliados principalmente durante a década de setenta. Dentre eles, merece destaque a cultivar Pintado, que participou de 38 experimentos e normalmente ocupou uma posição de destaque. Também a "Jalo" foi várias vezes avaliada, e constitui um material de interesse, dada sua aceitação em certa camada da população, onde, normalmente, atinge maior preço no mercado. Na década de setenta, também era muito comum o uso de cultivares com grãos de cor parda. Nesse

TABELA 1. Locais de condução dos ensaios de avaliação de cultivares de feijão - 1972/73 a 1990/91.

	Região do estado	Coordenadas geográficas	Altitude (m)
Lavras	sul	21°14' latitude S 45°00' longitude W	900
Ribeirão Vermelho	sul	21°11' latitude S 45°03' longitude W	738
Três Corações	sul	21°42' latitude S 45°15' longitude W	839
Machado	sul	21°40' latitude S 45°55' longitude W	781
Caldas	sul	21°55' latitude S 46°23' longitude W	1040
Guapé	sul	20°45' latitude S 45°55' longitude W	690
Lambari	sul	21°58' latitude S 45°22' longitude W	845
Careaçu	sul	-	-
Patos de Minas	Alto Paranaíba	18°35' latitude S 46°31' longitude W	856
São Gotardo	Alto Paranaíba	19°20' latitude S 46°03' longitude W	1100

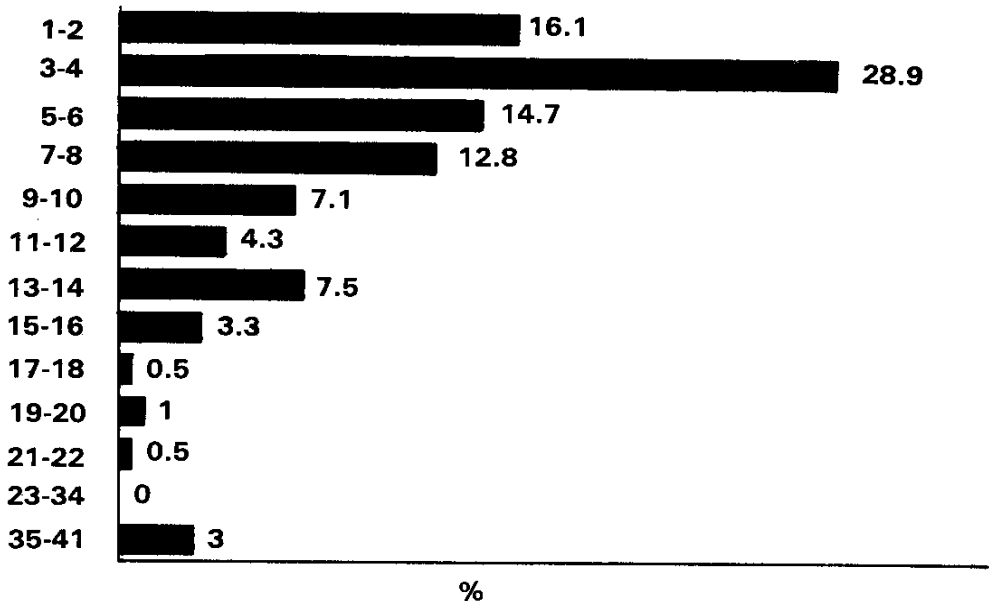


FIG. 1. Distribuição de freqüência das porcentagens de vezes em que as cultivares participaram dos experimentos de avaliação de cultivares conduzidos no Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais, no período de 1972 a 1990.

grupo merece destaque a linhagem ESAL 1, selecionada na ESAL dentro de uma população local, e que atualmente é recomendada para outros estados. Esse material participou de onze experimentos, e quase sempre esteve acima da média do ano agrícola.

Especialmente durante a década de oitenta aumentou o interesse na cultivar Carioca, sendo que atualmente é essa cultivar a responsável pela quase-totalidade da produção de grãos de feijão. Devido a esse fato, qualquer material novo deve ter características de grãos semelhantes às da Carioca, para aumentar a sua probabilidade de aceitação. Tanto é assim, que muitas cultivares com outros tipos de grãos que se mostraram produtivas, tais como Fortuna, Ricopardo e Ricobaio 1014, foram lançadas (Abreu et al., 1985; Vieira, 1973 e 1977), mas infelizmente não foram adotadas pelos agricultores. Devido a esse fato, o programa de melhoramento tem concentrado os esforços na obtenção de novos materiais, com grãos tipo Carioca. Dessa forma, das 212 cultivares avaliadas, 36,9% foram com esse tipo de grão. Esse

dado torna-se mais expressivo quando se constata que esses materiais só passaram a ser avaliados nos últimos 6 anos, o que mostra que realmente a ênfase atual tem sido nesse tipo de grão.

Nas regiões Alto Paranaíba, e sul do estado de Minas, a produção e especialmente o consumo de feijão preto é muito pequena. Por este motivo, as cultivares de grãos pretos constituíram apenas 4,2% do total avaliado. E esses materiais participaram dos experimentos principalmente visando obter informações para a escolha de futuros progenitores para o programa de hibridação. Já as cultivares de grão roxo, que tem grande aceitação em algumas regiões, especialmente no Alto Paranaíba, totalizaram 8,9% do material avaliado.

Na Fig. 2 é mostrada a equação de regressão linear do desempenho médio das cultivares ao longo dos 28 anos. Constata-se que ocorreu incremento na produtividade média no decorrer daquele período. Pelo coeficiente de regressão linear (b) constata-se que o aumento anual foi de 42,62 kg/ha. Esse incremento pode ser atribuído, em parte, ao melhoramento genético, e em parte, à

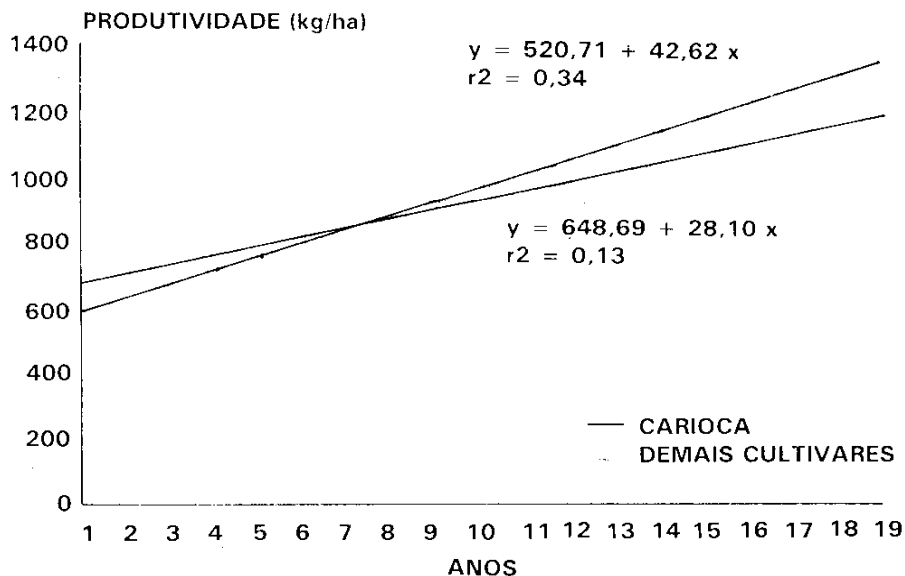


FIG. 2. Equação de regressão da produtividade de grãos de feijão em função dos anos de experimentação no período de 1972/73 a 1990/91.

melhoria do ambiente. Já a estimativa desse coeficiente para a cultivar Carioca foi de 28,10 kg/ha, o que indica que, em média, a produtividade dos experimentos aumentou 28,10 kg/ha/ano, devido exclusivamente ao ambiente. Assim, a diferença de 14,52 kg/ha entre os b's pode ser atribuída à alteração genotípica e fornece a estimativa do progresso genético médio anual, que corresponde a 1,9% da produtividade média do primeiro ano.

A eficiência do coeficiente de regressão como estimativa do progresso genético depende do coeficiente de determinação, isto é, do ajustamento das produtividades médias à reta de regressão. No presente caso, o ajustamento não foi dos melhores, especialmente para a testemunha podendo ser atribuído ao fato de que a alteração no ambiente, nessa situação, foi avaliada utilizando apenas uma cultivar. Portanto, o efeito da interação cultivar x ambiente deve ter sido pronunciado. Esse problema da interação é agravado pelo fato da cultivar Carioca ser suscetível a antracnose, o que contribuiu para a redução de sua produtividade nos ambientes em que ocorreu o patógeno, incrementando

assim a interação, especialmente se entre as cultivares que estão nos experimentos há predominância de materiais resistentes. Essa interação evidentemente contribuiu para que o ajustamento não fosse melhor.

A estimativa do progresso genético foi também obtida utilizando as metodologias apresentadas por Vencovsky et al. (1986) e Rodrigues (1990). Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 2. Constata-se que as estimativas obtidas foram diferentes, o que pode ser atribuído ao fato de que na metodologia de Rodrigues (1990) a estimativa é obtida pelo método dos quadrados mínimos ponderados visando atenuar o efeito dos valores extremos na média.

É interessante salientar que as estimativas utilizando o método de Rodrigues (1990) (1,8%) e o da regressão (1,9%) foram praticamente iguais. Assim, através dessas duas estimativas é possível inferir que o ganho anual do programa de melhoramento do feijoeiro na região foi de aproximadamente 1,9% ao ano. Essa estimativa é de magnitude semelhante a que tem sido relatada para ou-

TABELA 2. Média geral dos experimentos e dos tratamentos comuns em cada par de anos, número de tratamentos total e comuns e ganho genético obtido de 1972/73 a 1990/91 nas avaliações de cultivares de feijão nas regiões sul e Alto Paranaíba de Minas Gerais.

Ano	Média geral (kg/ha)	Média tratamentos comuns (kg/ha)	Ganho genético (kg/ha)	Número de tratamentos	
				Total	Comuns
72/73	771,00	838,07	76,15	25	14
74/75	1027,68	1018,60		19	14
74/75	1027,68	1098,22	57,71	19	15
75/76	1137,35	1150,18		20	15
75/76	1137,35	1183,27	24,69	20	16
76/77	573,80	595,03		20	16
76/77	573,80	613,07	32,85	20	15
77/78	512,28	518,70		16	15
77/78	512,28	466,00	71,79	16	04
80/81	662,32	544,25		22	04
80/81	662,32	623,53	-38,79	22	15
81/82	481,60	481,60		15	15
81/82	481,60	487,20	11,59	15	10
82/83	870,44	864,45		18	10
82/83	870,44	886,10	-11,64	18	05
83/84	706,90	734,20		20	05
83/84	706,90	870,83	369,39	20	06
84/85	1082,79	877,33		62	06
84/85	1082,79	1018,20	-59,32	62	15
85/86	808,70	803,43		20	15
85/86	808,70	801,50	-2,97	20	18
86/87	1387,02	1382,79		20	18
86/87	1387,02	1545,27	96,05	20	05
87/88	1607,90	1670,10		26	05
87/88	1607,90	1606,60	23,03	26	23
88/89	1934,83	1910,50		30	23
88/89	1934,83	1973,21	96,98	30	14
89/90	1331,88	1273,28		57	14
89/90	1331,88	1337,50	-47,27	57	36
90/91	1108,02	1160,91		46	36
Total	-	-	700,24	-	-
Ganho médio anual obtido pela metodologia de Vencovsky et al. (1986)			39,90	-	-
Ganho médio anual obtido pela metodologia de Rodrigues (1990)			13,63	-	-

tras culturas no Brasil tais como milho (Vencovsky et al., 1986); soja (Toledo et al., 1990) e sorgo (Rodrigues, 1990).

CONCLUSÃO

O progresso anual no melhoramento genético do feijoeiro, conduzido nas regiões Sul e Alto Paranaíba de Minas Gerais durante as décadas de setenta e oitenta, foi de 1,9% ao ano, que é comparável ao que tem sido obtido em programas de melhoramento com outras culturas no Brasil.

REFERÊNCIAS

- ABREU, A. de F.B.; CHAGAS, J.M.; NETTO, A.J. **Avaliação de cultivares de feijão no sul de Minas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1983. 2p. (Pesquisando, 77).
- ABREU, A. de F.B.; SILVA, C.C. da; JUNQUEIRA NETTO, A.; CHAGAS, J.M.; ARAÚJO, G.A. de A. **Avaliação de cultivares de feijão no sul de Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1985. 4p. (Pesquisando, 153).
- CARDWELL, V.B. Fifty years of Minnesota corn production: sources of yield increase. **Agronomy Journal**, v.74, n.6, p.984-990, 1982.
- CASTLEBERRY, R.M.; CRUM, C.W.; KRULL, C.F. Genetic yield improvement of U.S. maize cultivars under varying fertility climatic environments. **Crop Science**, v.24, n.1, p.33-36, 1984.
- DUVICK, D.N. Genetic rates of gain in hybrids maize yields during the past 40 years. **Maydica**, v.22, p.187-196, 1987.
- DUVICK, D.N. Progress in conventional plant breeding. In: GUSTAFSON, J.P. **Gene manipulation in plant improvement**. New York: Plenum Press, 1984. p.17-31. 16^o Stadler Genetics Symposium.
- ESTEFANEL, V.; PIGNATARO, I.A.B.; STORCK, L. Avaliação do coeficiente de variação de experimentos com algumas culturas agrícolas. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA A EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA. 2, 1987, Londrina. **Anais...** Londrina: [s.n.], 1987. p.115-131.
- FERNANDES, J.S.C. **Estabilidade ambiental de cultivares de milho (*Zea mays* L.) na Região Centro-Sul do Brasil**. Piracicaba: ESALQ, 1988. 94p. Tese de Mestrado.
- PEREIRA, E.B.; ABREU, A. de F.B.; ARAÚJO, G.A. de A. Comportamento de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na região sul de Minas Gerais. **Ciência e Prática**, v.11, n.2, p.190-198, jul./dez. 1987.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos. Novas linhagens de feijoeiro obtidas no programa de melhoramento da ESAL. **Ciência e Prática**, v.10, n.3, p.343-350, 1986.
- RODRIGUES, J.A.S. **Progresso genético e potencial de risco da cultura do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L. Moench) no Brasil**. Piracicaba: ESALQ, 1990, 171p. Tese de Doutorado.
- RUSSEL, W.A. Comparative performance for maize hybrids representing different eras of maize breeding. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH, 29., 1974, Washington. **Proceedings...** Washington: American Seed Trade Association, 1974. p.81-101.
- SANTA CECÍLIA, F.C.; RAMALHO, M.A.P. Comportamento de algumas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na região sul de Minas Gerais; período 1972/1973. **Agros**, Lavras, v.4, n.2, p.52-56, jul./dez. 1974.
- SANTA CECÍLIA, F.C.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ABREU, A. de F.B. Comportamento de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na região sul do estado de Minas Gerais, período das "águas" de 1984/1985. **Ciência e Prática**, Lavras, v.9, n.2, p.216-221, jul./dez. 1985.
- SANTOS, J.B. dos; SANTA CECÍLIA, F.C.; RAMALHO, M.A.P. Comportamento de algumas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na região sudoeste de Minas Gerais, período 1974-1977. **Ciência e Prática**, Lavras, v.3, n.1, p.23-28, jan./jun. 1979.
- TOLEDO, J.F.F. de; ALMEIDA, L.A. de; KIIHL, R.A. de S.; MENOSSO, O.G. Ganho genético em soja no Estado do Paraná, via melhoramento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.1, p.89-94, jan. 1990.
- VENCOVSKY, R.; MORAES, A.R.; GARCIA, J.C.; TEIXEIRA, N.M. **Progresso genético em vinte**

- anos de melhoramento de milho no Brasil.** Piracicaba: [s.n.], 1986. 22p.
- VIEIRA, C. Comportamento de algumas variedades de feijão na Zona da Mata, Minas Gerais. **Revista Ceres**, v.20, p.290-299, 1973.
- VIEIRA, C. Nova cultivar de feijão: Ricobaio 1014. **Revista Ceres**, v.24, n.132, p.212-215, 1977.
- WILCOX, J.R.; SCHAPAUGH JÚNIOR, W.T.; BERNARD, R.L.; COOPER, R.L.; FEHR, W.R.; NEIHAUS, M.H. Genetic improvement of soybeans in the midwest. **Crop Science**, v.19, p.803-805, 1979.