

PARÂMETROS GENÉTICOS EM QUIABEIRO¹

WALDELICE OLIVEIRA DE PAIVA² e CYRO PAULINO DA COSTA³

RESUMO - Os fatores climáticos causam diversas interações no quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), resultando em modificações na fase vegetativa e reprodutiva, e podem ser responsáveis pelas diferenças verificadas nos valores de alguns parâmetros genéticos. Para conhecer a magnitude da variabilidade genética, estimar os parâmetros genéticos e estudar as correlações existentes entre esses caracteres, avaliaram-se onze cultivares de quiabeiro, cultivadas em dois anos e em duas épocas contrastantes: uma com a temperatura em declínio, “cultivo de inverno”, e a outra com a temperatura em elevação, “cultivo de verão”. O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com cinco repetições. Os resultados demonstraram que existe suficiente variabilidade genética entre as cultivares avaliadas e que as estimativas das herdabilidades foram elevadas em comprimento, diâmetro e peso médio de frutos, altura da planta e número de ramos produtivos por planta. As altas correlações genotípicas e fenotípicas observadas entre a altura do primeiro nó frutífero e altura de planta, entre o número de frutos produzidos por planta e produção de frutos por planta, e entre maturidade e produção de frutos por planta permitem a formação de uma população precoce, de porte baixo e altamente produtiva. Entretanto, a baixa herdabilidade nos caracteres de fácil avaliação e a existência de interação cultivar x ambiente em todas as características avaliadas, exceto comprimento e peso médio de frutos, levam a concluir que em melhoramento genético do quiabeiro devem ser utilizados métodos que exerçam maior controle ambiental.

Termos para indexação: *Abelmoschus esculentus*, quiabo, variabilidade genética, correlação entre caracteres, característica de produção, precocidade.

GENETIC PARAMETERS IN OKRA

ABSTRACT - Environmental factors induce several interactions in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), resulting in plant modifications both on the vegetative and reproductive phase. Environment can also cause variation in values of some genetic parameters. In order to estimate the genetic variability and some genetic parameters and to study the correlations among some yield characters eleven okra cultivars were evaluated in two seasons (winter and summer), during two years. The experimental design used was a randomized block, with five replications. There was enough genetic variability among cultivars for all the studied characters. Estimated heritabilities showed high values for fruit length, diameter and weight, plant height and number of branches per plant. High correlation coefficients observed for height of first fruiting node and plant height, number of fruits and yield and earliness and yield, demonstrate the possibility of the development of early, short and high-yielding cultivar. The lowest heritability to the easily measurable characters and the highest values of cultivar x environment interaction for all the studied characters except fruit length and average weight suggests that okra breeding programs must employ methods that assure a good environmental control.

Index terms: *Abelmoschus esculentus*, okra, genetic variability, correlation, yield characteristic, earliness.

¹ Aceito para publicação em 2 de fevereiro de 1998.

Extraído da tese do primeiro autor apresentada à ESALQ/USP.

² Eng. Agr., Dr., INPA/Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical (CNPAT), Caixa Postal 3761, CEP 60060-510 Fortaleza, CE. walde@cnpat.embrapa.br

³ Eng. Agr., Ph.D., Prof., USP, Dep. de Horticultura, Caixa Postal 9, CEP 13418-900 Piracicaba, SP.

INTRODUÇÃO

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), à semelhança de outras espécies tropicais, é considerado de fotoperíodo curto e modificações no comprimento do dia alteram a sua fisiologia, embora, segundo Pereira et al. (1991), existam materiais que não são afetados e que são considerados insensíveis. Baixas temperaturas também provocam danos aos cultivos (Nasser et al., 1981), como no centro-sul do Brasil, no período de maio a setembro, cuja oferta de frutos é reduzida porque as cultivares nacionais não estão adaptadas a produzirem no inverno.

A influência desses dois fatores, acrescida da variabilidade genética verificada tanto nos caracteres vegetativos quanto nos relacionados à produção, pode provocar diversas interações, causando diferenças nos valores obtidos quanto às estimativas de alguns parâmetros genéticos. O estudo da magnitude e da natureza dessa variabilidade em quiabeiro foi objeto dos trabalhos efetuados por Padda et al. (1970), Ngah & Graham (1973), Majumder et al. (1974) e Patel & Dallal (1992). Os valores dos parâmetros estudados em geral mostram-se elevados, sugerindo que métodos simples de seleção podem conduzir à obtenção de genótipos superiores.

Entretanto, como salientado por Rao & Satiyavathi (1977), existe uma forte influência das variações ambientais nos valores dos parâmetros genéticos em quiabeiro. A ocorrência de interação entre genótipos e ambiente é preocupante (Ariyo, 1987), porque pode conduzir a valores irreais, dificultando a predição do ganho na seleção de um determinado caráter. Para minimizar esses efeitos, é sugerido que os parâmetros sejam obtidos, de preferência, em vários ambientes, eliminando-se, desta forma, as interações indesejáveis e tornando as estimativas mais confiáveis (Allard, 1971).

O objetivo deste trabalho foi estimar a magnitude da variabilidade genética, o valor dos parâmetros genéticos e das correlações existentes entre esses caracteres.

MATERIAL E MÉTODOS

Onze cultivares de quiabeiro, CGO 6338, Piranema, CGO 6384, BGH 4888, Clemson Spineless, CGO 6357, CGO 6415, CGO 6439, Gumbo Mos, uma de origem desconhecida e Santa Cruz-47, foram avaliadas em 1990 e 1991, em duas épocas contrastantes: uma em que a temperatura está em declínio, denominada de “cultivo de inverno”, e a outra, com temperatura em elevação, conhecida como “cultivo de verão”. Os quatro experimentos foram instalados no campo experimental do Departamento de Genética da ESALQ, em Piracicaba, SP, 22° 42' 30" S, em Latossolo Amarelo, textura argilosa. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco repetições, sendo as parcelas constituídas por oito plantas com espaçamento de 0,50 m x 1,00 m.

Foram feitas observações relativas à altura do primeiro nó frutífero (ANF); altura das plantas (AP); número de ramos secundários produtivos (NRP); maturidade (MATUR), expressa pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a colheita de 10% da produção total dos frutos; diâmetro dos frutos (DIAM); comprimento dos frutos (COMP); peso médio de frutos (PMF); número total de frutos produzidos por planta (NTF); e produção total de frutos por planta (PTF).

Todos os caracteres foram analisados individualmente e antes de ser realizada a análise de variância conjunta foi testada a homogeneidade entre as variâncias dos ambientes (Pimentel-Gomes, 1990). A análise conjunta reuniu os dados observados nas duas épocas durante os dois anos do estudo. Como as estações climáticas foram atípicas no decorrer dos experimentos (Paiva, 1992), cada um deles foi considerado como um ambiente diferente, seguindo o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = m + b_{j(k)} + g_i + a_k + ga_{ik} + e_{(ij)k},$$

onde: Y_{ijk} = observação do i -ésimo genótipo no j -ésimo bloco no k -ésimo ambiente; m = média geral; g_i = efeito fixo do i -ésimo tratamento (genótipo); $b_{j(k)}$ = efeito aleatório do j -ésimo bloco dentro do k -ésimo ambiente; a_k = efeito fixo do k -ésimo ambiente; ga_{ik} = efeito fixo da interação do i -ésimo genótipo no k -ésimo ambiente; $e_{(ij)k}$ = erro aleatório, normal e independentemente distribuído.

Com os dados dos nove caracteres, após análise estatística (Paiva, 1992), obtiveram-se as estimativas de correlações genóticas (r^2_G), correlações fenotípicas (r^2_F), variâncias genéticas (σ^2_G), variâncias da interação $V_{G \times A}$, variâncias do erro (σ^2_e), herdabilidades (h^2) e coeficientes de variação genética (CVg) e experimental (CVe).

A variabilidade genética entre as cultivares foi estimada pela razão entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação do erro (CVg/CVe), em que, valores iguais ou superiores a 1 indicam uma situação favorável quanto à seleção (Venkovsky, 1978). As estimativas de herdabilidade (h^2) foram consideradas como moderadamente

baixas ($30 < h^2 < 50$), moderadamente altas ($50 < h^2 < 70$) e altas ($h^2 > 70$), seguindo sugestão de Hallauer & Miranda Filho (1981). As significâncias das correlações foram testadas segundo Fisher & Yates (1963).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A magnitude da variabilidade genética e a reação de cada cultivar, inclusive de seus híbridos e recíprocos, frente à interferência do ambiente foram objetos de trabalhos de Paiva (1992) e Paiva & Costa (1994). Tais trabalhos mostraram, principalmente, as diferenças significativas verificadas entre as cultivares em relação às épocas de cultivo. Vale destacar que no verão as plantas iniciavam a frutificação em nós com alturas mais baixas, eram em média dez dias mais tardias e de porte mais baixo, enquanto no inverno a maturidade se mostrava mais acentuada, indicando uma certa tolerância das cultivares a temperaturas amenas.

Plantas com maior maturidade ou mais precoces são desejáveis nas cultivares de quiabo, uma vez que ultrapassam a fase vegetativa em menor tempo, reduzindo o período de exposição da planta ao ataque de doenças e pragas. Essa vantagem reflete-se na possibilidade de comercialização do produto antes das cultivares de ciclo normal, podendo alcançar melhores preços.

As temperaturas médias verificadas em 1990 e 1991 foram semelhantes nos dois períodos, mas a pluviosidade média no inverno de 1990 foi elevada, 61,10 mm, contra 19,44 mm do ano seguinte. Essa maior precipitação foi responsável pelo aumento do número e da produção de frutos por planta. Diferenças no comportamento do quiabeiro provocadas por chuvas no período de cultivo também já haviam sido verificadas por Rao & Satiyavathi (1977).

As estimativas dos parâmetros genéticos obtidos nas análises individuais de cada um dos caracteres (Tabela 1) mostraram grande variação, tanto nas épocas de cultivo - inverno e verão -, quanto nos anos em que foram cultivados. Quanto à altura de planta (AP), as variâncias genéticas obtidas nos cultivos de inverno foram quase duas vezes maiores que as obtidas no verão, indicando que o inverno é mais propício para proceder-se à seleção daquele caráter.

Em todos os caracteres avaliados, nos dois ambientes, as herdabilidades mostraram-se superiores a 50%, com exceção na maturidade (MATUR), no inverno de 1990. O maior valor de herdabilidade (97,27%) foi observado no diâmetro do fruto (DIAM) no inverno de 1991, e o menor valor (49,41%) na MATUR, no inverno de 1990.

O índice de variação (b) proposto por Venkovsky (1978) para quantificar a proporção da variabilidade genética em relação à variação ambiental, mostrou que em relação a NRP, AP e DIAM, a seleção das plantas independe da época de cultivo, já que os valores de b em todos os experimentos foram sempre superiores a 1,00. Por sua vez, quanto a números totais de frutos produzidos por planta (NTF) e produção de frutos por planta (PTF), a seleção deve ser efetuada preferencialmente no inverno, período que proporciona maior produtividade.

As estimativas dos parâmetros genéticos, calculados das análises individuais e conjunta dos quatro experimentos, efetuados no cultivo de inverno e de verão nos dois anos consecutivos são mostrados na Tabela 1. As variâncias genotípicas (σ^2_G) foram inferiores às fenotípicas (σ^2_F) em todas as características estudadas, enquanto as variâncias da interação entre genótipos por ambientes ($V_{G \times A}$) e as variâncias residuais (σ^2_e) foram superiores às variâncias fenotípicas e genotípicas em ANF, MATUR, NTF e PTF. As estimativas médias das herdabilidades, obtidas da análise conjunta dos quatro experimentos variaram de 33,39% (MATUR) a 94,23% (DIAM). Alta herdabilidade com alto valor de b mostra a mais eficiente contribuição para a seleção. DIAM, AP e NRP tiveram altos valores dessas duas estimativas: 94,23%, 88,72%, 87,78%, respectivamente, de herdabilidade e 1,49, 1,19 e 1,37, respectivamente, de b. Esses resultados são indicativos de que a seleção pode ser eficiente em modificar a altura da planta, o número de ramos por planta e o diâmetro do fruto.

Apesar de terem sido encontrados valores elevados (>70,0%) da herdabilidade de COMP e PMF, os valores de b foram baixos (0,60 e 0,56), indicando pouca perspectiva de progresso com a seleção. As herdabilidades calculadas quanto a NTF e PTF foram consideradas moderadamente baixas, 50,0% e 44,0%, respectivamente, com b inferiores a 1,0. De acordo com Singh & Singh (1978), quanto a essas duas características, já haviam sido observadas a presença de genes com efeito não aditivo, principalmente dominantes e epistáticos. Entretanto, em relação a NTF ocorrem outros tipos de ações gênicas, como as epistáticas, do tipo aditivo x aditivo, que, quando duplicadas, possibilitam a obtenção de segregantes transgressivos (Kulkarni et al., 1978).

Quando são comparadas as estimativas dos parâmetros genéticos das análises individuais com as obtidas na análise conjunta, observa-se que as primeiras se mostram com valores muito maiores. Em quiabo é comum observarem-se valores de herdabilidades, considerados de médio a elevado, na maioria dos caracteres com

importância agronômica (Singh et al., 1974; Kulkarni et al., 1978; Mishra & Chhonkar, 1979). Porém, essas estimativas foram, em geral, obtidas em um único experimento e delas não se expurgaram as interações do tipo genótipo x ambiente. A existência de uma acentuada influência do ambiente no comportamento das cultivares de quiabeiro já havia sido constatada por Rao & Satiyavathi (1977), que observaram trocas nos valores das estimativas de alguns parâmetros genéticos quando obtidos em diferentes épocas de cultivo. Portanto, os programas de melhoramento em quiabo, contrariando o indicado por Ngah & Graham (1973), devem ser direcionados para métodos que utilizem maior controle ambiental, a exemplo daqueles com teste de progênies, em que a seleção é efetuada com base no comportamento médio da progênie, se possível cultivada em vários ambientes. Além disso, em virtude do grande número de cromossomos ($2n=130$), já foi sugerido por Martin et al. (1981) que a seleção seja efetuada preferencialmente em grandes populações para oferecer oportunidade a muitas recombinações, o que melhora as chances de resposta do melhoramento.

As correlações genotípicas foram sempre superiores às fenotípicas (Tabelas 2, 3 e 4). A magnitude dos coeficientes de correlação fenotípica e genotípica mostrou-se alta, isto é, superior a 0,50 em 22,22% e 38,89%, respectivamente. A significância quanto aos coeficientes foi verificada em 38,89% e 58,33% em relação às correlações fenotípica e genotípica, respectivamente, observando-se, grande similaridade entre elas.

As correlações genéticas entre os caracteres de planta (Tabela 2) foram positivas e altas entre ANF e MATUR (0,53**), MATUR e NRP (0,60**) e ANF e AP (0,93**), concordando com as obtidas por Padda et al. (1970) e Kaul et al. (1978). A alta correlação observada entre ANF e AP pode ser vantajosa para a formação de uma população de plantas precoces e de porte baixo. A ANF tem servido, ainda, como indicador do porte final das plantas. Pedrosa et al. (1983) já relatavam que plantas de quiabo que apresentavam o primeiro fruto inserido em nós altos tinham menor capacidade de produção e eram mais tardias.

Por outro lado, como se observa na Tabela 3, as correlações entre os caracteres de planta e os atributos de frutos (COMP, DIAM e PMF) foram, em geral, de baixa magnitude, com exceção entre NRP e DIAM (0,52**), NRP e PMF (0,58**), ANF e COMP (0,65**) e MATUR e PMF (-0,81**). Baixos valores também foram observados entre os caracteres de planta e os de produção (NTF e PTF), com exceção entre MATUR e PTF (-0,84**). Com respeito aos valores do coeficiente de correlação genético entre MATUR e PTF, apesar dos diferentes caracteres que podem ser usados para avaliar a precocidade, os resultados são concordantes com os da literatura (Padda et al., 1970; Kaul et al., 1978) e é provável que a seleção de plantas precoces - aquelas que alcançam os 10% da produção total em menor número de dias e menor valor quanto à MATUR - aumente a produção de frutos. Porém, como foi destacado por Patel & Dallal (1992), tanto a precocidade ou maturidade quanto o número de ramos por planta são caracteres que em quiabeiro mostram alta influência do ambiente.

A correlação entre os atributos de frutos e produção (COMP, DIAM, PMF, NTF e PTF) foi alta e significativa em relação a COMP e DIAM, COMP e PMF, DIAM e PMF e NTF e PTF. Como se observa, o alto valor verificado na correlação entre NTF e PTF (0,88**) é indicativo de que a seleção quanto a aumento na quantidade de frutos resultará no aumento da produção total. Tais resultados apóiam a afirmação de Singh & Singh (1979) de que o aumento da produção de frutos por planta é resultado da resposta heterótica em relação a aumento da altura de planta, número de ramos por planta, número de frutos por planta e peso médio dos frutos.

CONCLUSÕES

1. O ambiente (épocas de cultivo) exerce influência nos parâmetros genéticos avaliados em quiabo.
2. A alta correlação observada entre a altura do nó frutífero e altura de planta, entre maturidade e produção de frutos e entre o número total de frutos e a produção de frutos é vantajosa para a formação de uma população de plantas precoces de porte baixo e produtivas.
3. Os caracteres mais favoráveis à seleção mostram-se com baixa herdabilidade e devem ser utilizados com cautela quando da seleção baseada em caracteres correlacionados.

REFERÊNCIAS

ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Blucher, 1971. 381p.

- ARIYO, O.J. Stability of performance of okra as influenced by planting date. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.174, p.83-86, 1987.
- FISHER, R.A.; YATES, R. **Statistical tables for biological, agricultural and medical research**. 5.ed. Edinburg: Oliver & BOYD, 1963. 63p.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative Genetics in Maize Breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1981. 468p.
- KAUL, T.; LAUL, G.; PETER, K.V. Correlation and path-coefficient analysis of components of earliness, pod, yield in okra. **Indian Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v.448, n.1, p.459-463, 1978.
- KULKARNI, R.S.; RAO, T.S.; VIRUPAKSHAPPA, K. Genetic important yield components in bhindi. **Indian Journal of Genetics Breeding**, New Delhi, v.438, n.1, p.160-162, 1978.
- MAJUMDER, M.K.; CHATTERJEE, S.D.; BOSE, P.; BATTACHAAYA, G. Variability interrelationships and path coefficient analysis for some quantitative characters in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). **Indian Agriculture**, Calcuta, 418, v.1, p.13-20, 1974.
- MARTIN, F.W.; RHODES, A.M.; ORTIZ, M.; DIAZ, F. Variation in okra. **Euphytica**, Wageningen, v.30, p.697-705, 1981.
- MISHRA, R.S.; CHHONKAR, V.S. Genetic divergence in okra. **Indian Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v.449, n.1, p.247-249, 1979.
- NASSER, R.; STRAIN, B.R.; BECKFORD, H.A. Environmental controls on the growth and yield of okra: I. Effects of temperature and CO₂ enrichment at cool temperatures. **Crop Science**, Madson, v.21, p.885-888, 1981.
- NGAH, A.W.; GRAHAM, K.M. Heritability of four economic characters in okra (*Hibiscus esculentus* L.). **Malasian Agricultural Research**, Kuala Lumpur, v.42, n.1, p.15-21, 1973.
- PADDA, D.S.; SAIMBHI, M.S.; SINGH, J. Genetic evaluation and correlation studies in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). **Indian Journal of Horticulture**, Coimbatore v.427, n.1, p.39-41, 1970.
- PAIVA, W.O. de. **Heterose, estabilidade e variabilidade em quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench)**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1992. 148p. Tese de Doutorado.
- PAIVA, W.O. de; COSTA, C.P. Estabilidade de híbridos e cultivares de quiabeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.5, p.791-795, 1994.
- PATEL, J.N.; DALLAL, K.C. Variability in okra. **Gujarat Agricultural University Research Journal**, Gujarat, v.18, n.1, p.132-134, 1992.
- PEDROSA, J.F.; MIZUBUTI, A.; CAZALI, V.W.D.; CAMPOS, J.P. Caracterização morfológica de introduções de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.1, p.14-23, 1983.
- PEREIRA, A.A.; COUTO, F.A.; MAESTRI, M. Influência do fotoperíodo na floração do quiabo (*Hibiscus esculentus*). **Revista Ceres**, Viçosa, v.18, p.131-138, 1991.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**, 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- RAO, T.S.; SATIYAVATHI, G.P. Influence of environment on combining ability and genetic components in bhindi (*Abelmoschus esculentus*). **Genetica Polonica**, Poznan, v.418, n.1, p.141-147, 1977.
- SINGH, S.P.; SINGH, H.N. Combining ability in okra. **Indian Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v.448, n.1, p.455-458, 1978.
- SINGH, S.P.; SINGH, H.N. Hibrid vigour for yield and its components in okra. **Indian Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v.49, n.8, p.596-601, 1979.
- SINGH, K.; MALIK, Y.S.; KALLOO, N.; MEHROTRA, N. Genetic variability and correlation studies in bhindi (*Abelmoschus esculentus*). **Vegetable Science**, v.1, p.47-54, 1974.
- VENKOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho no Brasil**, São Paulo: Fundação Cargill, 1978. p.122-201.

