

Capacidade de combinação em sete populações de melancia⁽¹⁾

Maria Aldete Justiniano da Fonseca Ferreira⁽²⁾, Leila Trevisan Braz⁽³⁾, Manoel Abílio de Queiroz⁽²⁾,
Manoel Gabino Crispim Churata-Masca⁽³⁾ e Roland Vencovsky⁽⁴⁾

Resumo – Este trabalho teve como objetivo estimar as capacidades geral (CGC) e específica (CEC) de combinação e os efeitos recíprocos (ER) em relação à precocidade, componentes de produção e características do fruto em sete populações de melancia. As populações foram intercruzadas em dialelo, incluindo os recíprocos. Todas as variáveis avaliadas, com exceção do número de frutos por planta, apresentaram efeitos da CGC, CEC e ER significativos. Efeitos gênicos aditivos foram importantes em relação ao número e peso de frutos por planta, assim como em relação à cor, espessura e teor de sólidos solúveis da polpa. Quanto ao número de dias para o aparecimento da primeira flor feminina e número de sementes por fruto, ocorreu predominância de efeitos gênicos não-aditivos. Foram identificadas algumas populações e algumas combinações híbridas superiores, que podem ser exploradas em programas de melhoramento. As populações tradicionais P14 e B9, coletadas no Nordeste do Brasil, são promissoras para serem empregadas em programas que visem melhorar o número e o peso dos frutos, ao passo que a M7 é promissora em relação à precocidade. As variedades comerciais Charleston Gray e Crimson Sweet poderão ser empregadas para melhorar o teor de açúcar e a cor da polpa.

Termos para indexação: *Citrullus lanatus*, cruzamento dialélico, variação genética, métodos de melhoramento.

Combining ability of seven watermelon populations

Abstract – The aim of this work was to estimate general (GCA) and specific (SCA) combining ability and reciprocal effects (RE) in relation to earliness, yield components and fruit properties for seven watermelon populations. Populations were intercrossed in diallel, including reciprocals. All evaluated traits, except number of fruit per plant, showed significant effects for GCA, SCA and RE. Additive gene effects were determinant for number and weight of fruit per plant, as well as for flesh colour, thickness and soluble solids content. However, for number of days to the first female flower and number of seeds, a predominance of non additive gene effects was found. Some of the evaluated populations and some superior hybrid combinations were identified, as potential materials to be used in future breeding programs. Populations P14 and B9, collected in Northeastern Brazil, are promising breeding materials for number and weight of fruits, while M7 is promising for earliness. The commercial varieties Charleston Gray and Crimson Sweet can be used to improve sugar content and flesh color.

Index terms: *Citrullus lanatus*, diallel crossing, genetic variation, breeding methods.

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 31 de outubro de 2001.

⁽²⁾ Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, Caixa Postal 23, CEP 56300-970 Petrolina, PE. E-mail: aldeteferreira@bol.com.br, mabilio@cpatsa.embrapa.br

⁽³⁾ Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Dep. de Horticultura, Rod. Paulo Donato Castellane, km 5, CEP 14870-000 Jaboticabal, SP. E-mail: leilatb@fcav.unesp.br, mascamgcc@zipmail.com.br

⁽⁴⁾ Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Dep. de Genética, Caixa Postal 83, CEP 13400-970 Piracicaba, SP. E-mail: rvencovsk@esalq.usp.br

Introdução

A melancia (*Citrullus lanatus*), cucurbitácea de origem africana, foi introduzida no Nordeste do Brasil, durante o período colonial, por ocasião do tráfico de escravos. Populações tradicionais de melancia coletadas no Nordeste, considerado como centro de diversidade (Romão, 1995), têm apresentado grande variabilidade para diversos caracteres da planta e dos frutos (Queiróz, 1993, 1998; Assis, 1994; Dias

et al., 1996; Ferreira, 1996; Queiróz et al., 1996, 1999, 2000). Essa diversidade genética deve-se à grande amplitude de germoplasma trazido de diferentes partes da África, à forma de cultivo sem o emprego de insumos modernos, à seleção de sementes para o próximo plantio de acordo com o critério de cada produtor, à diversidade edafoclimática, e aos processos de migração e fluxo gênico que vêm ocorrendo há muitos anos (Romão, 1995).

A melancia é considerada uma das principais cucurbitáceas cultivadas no Brasil, mais especificamente nas regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste; o Nordeste é responsável por 55,6% da produção nacional, e a produtividade média brasileira é de 30 t/ha (IBGE, 1998). Todavia, nos cultivos comerciais há um predomínio de cultivares americanas e japonesas que, nas condições brasileiras, são suscetíveis às principais doenças e pragas. Isso torna o desenvolvimento de programas de melhoramento de fundamental importância, a fim de que sejam fornecidas cultivares nacionais que apresentem boas características de fruto e resistência às principais doenças e pragas.

A estratégia a ser adotada em um programa de melhoramento, porém, depende da análise genética dos caracteres, pois isso leva a um melhor conhecimento das relações genéticas entre os genitores envolvidos em cruzamentos, que podem ser úteis na escolha adequada de métodos de melhoramento e de seleção a serem empregados, bem como na visualização do potencial genético de futuras linhagens (Cruz & Regazzi, 1994). Vários métodos genético-estatísticos foram propostos para a análise dialélica, sendo um deles o apresentado por Griffing (1956a, 1956b), que sugeriu diferentes tipos de análise, tendo como base a inclusão de genitores, F_1 's e recíprocos.

A capacidade geral de combinação (CGC) está relacionada a efeitos aditivos, representando o comportamento médio dos pais em combinações híbridas, enquanto a capacidade específica de combinação (CEC) está relacionada aos efeitos gênicos não-aditivos, caracterizando os desvios de combinações híbridas em relação ao comportamento médio dos pais. A combinação híbrida mais favorável é aquela que apresenta maior CEC, na qual pelo menos um dos genitores tenha maior CGC e seja divergente em

relação ao genitor com o qual está sendo cruzado. Contudo, nem sempre dois genitores de alta CGC e divergentes, quando cruzados, originam o melhor híbrido em um dialelo, em virtude, principalmente, da dominância não-unidirecional envolvida no controle dos caracteres. Além disso, a grandeza e a variação da CGC e da CEC não dependem apenas dos efeitos gênicos, mas também das estruturas genéticas dos genitores envolvidos em um dialelo (Vencovsky & Barriga, 1992). Na escolha das populações e das combinações híbridas mais promissoras para futuros programas de melhoramento é importante considerar, além da CGC e da CEC, a existência, ou não, de efeitos recíprocos (ER), já que as respostas podem diferir quando um genitor é, ou não, o doador de pólen.

O emprego da análise da capacidade combinatória com a finalidade de auxiliar a detecção de combinações híbridas de interesse para o melhoramento das plantas, já foi constatado ser eficiente em diferentes espécies de plantas, inclusive em melancia (Sachan & Nath, 1976; Vashistha et al., 1983, 1984; Partap et al., 1984; Gill & Kumar, 1988; Prasad et al., 1988; Sharma & Choudhury, 1988a, 1988b; Rajendran & Thamburaj, 1994). Contudo, são escassos, no Brasil, estudos enfocando a análise genética em populações tradicionais de melancia coletadas no Nordeste.

O objetivo deste trabalho foi estimar as capacidades geral e específica de combinação, bem como os efeitos recíprocos em relação à precocidade, aos componentes da produção, e às características do fruto, em sete populações de melancia.

Material e Métodos

As sementes híbridas foram obtidas em casa de vegetação, em 1994, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (Unesp), campus de Jaboticabal.

Foram realizados todos os cruzamentos possíveis entre as populações: B9 - coletada no Estado da Bahia, tardia e muito prolífica, apresenta frutos redondos com polpa rósea e baixo teor de sólidos solúveis; Charleston Gray - variedade comercial americana, precoce e pouco prolífica, apresenta frutos compridos com polpa vermelha e alto teor de sólidos solúveis; Crimson Sweet - variedade comercial americana, apresenta precocidade média e pouca prolificidade, os frutos são redondos com polpa de cor vermelha intensa e alto teor de sólidos solúveis; New Hampshire Midget -

variedade comercial americana, muito precoce e com prolificidade média, os frutos são redondos com polpa de cor vermelha intensa e alto teor de sólidos solúveis; M7 - coletada no Estado do Maranhão, apresenta precocidade e prolificidade média, os frutos são ovais com polpa de cor vermelha clara e com teor médio de sólidos solúveis; P14 - coletada no Estado de Pernambuco, tardia e muito prolífica, apresenta frutos redondos com polpa de cor rósea clara e baixo teor de sólidos solúveis; B13 - coletada no Estado da Bahia, tardia, com prolificidade média, os frutos são compridos com polpa de cor vermelha clara e com teor médio de sólidos solúveis.

As sete populações e os 21 híbridos F_1 interpopulacionais e seus recíprocos foram avaliados no campo, na Estação Experimental de Mandacaru, localizada em Juazeiro, BA, e pertencente à Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições. Cada parcela era constituída por uma fileira com seis plantas e o espaçamento utilizado foi de 2,5 m entre fileiras e 1,0 m entre plantas. A semeadura foi realizada em 20 de setembro de 1995, em bandejas de poliestireno expandido, e as mudas foram transplantadas 15 dias após a semeadura. Foram realizados tratamentos preventivos contra pragas e doenças. O experimento foi irrigado utilizando-se o método gravitacional por sulcos, em períodos que variaram de três a dez dias, de acordo com a necessidade da cultura e a ocorrência de chuvas. A primeira e a segunda colheitas foram feitas 39 e 59 dias após o transplante, respectivamente. As seis plantas de cada parcela foram avaliadas quanto a número de dias para o aparecimento da primeira flor feminina, número e peso (kg) de frutos por planta, cor e espessura (cm) do fruto, teor de sólidos solúveis da polpa ($^{\circ}$ Brix, medido com refratômetro, utilizando-se a parte central da polpa) e número de sementes

por fruto. Na classificação da cor da polpa, utilizou-se uma escala com notas de 1 a 5, que identificavam as cores vermelha intensa, vermelha, vermelha clara, rósea e branca, respectivamente.

Foi efetuada uma análise de variância preliminar dos dados de cada um dos caracteres avaliados, de acordo com o delineamento experimental utilizado e considerando o modelo fixo, em virtude da escolha deliberada dos genitores. Na análise genética dos dados, empregou-se o método de Griffing (1956a, 1956b), adotando-se o método 1 e o modelo fixo. Essas análises foram efetuadas no programa GENES (Cruz & Regazzi, 1994). Efetuou-se um teste das médias dos genitores e dos híbridos, de acordo com o método de agrupamento desenvolvido por Scott & Knott (1974) em relação a todos os caracteres avaliados.

Resultados e Discussão

A análise de variância preliminar detectou diferenças significativas, a 1% de probabilidade pelo teste F, em relação a todos os caracteres avaliados, evidenciando a existência de variabilidade genética entre as populações utilizadas no cruzamento dialélico (Tabela 1).

Os efeitos da CGC, CEC e ER foram significativos em todos os caracteres, exceto quanto ao número de frutos que apresentou significância apenas quanto à CGC. Os componentes quadráticos da CEC foram superiores aos referentes à CGC em relação ao número de dias para o aparecimento da primeira flor feminina e número de sementes por fruto; isto indica que as ações gênicas e a estrutura genética das populações estudadas favorecem a manifestação de efeitos gênicos não-aditivos desses caracteres, e de

Tabela 1. Resumo da análise de variância de sete caracteres avaliados em um conjunto dialélico completo, resultante do cruzamento entre sete populações de melancia, com as respectivas médias gerais (\bar{X}) e coeficientes de variação (CV).

Caracteres ⁽¹⁾	Quadrados médios ⁽²⁾			\bar{X}	CV (%)
	Blocos (3)	Tratamentos (48)	Resíduo (144)		
FF	13,6102	20,7542**	3,0549	30,01	5,82
NF	14,0739	24,7357**	1,7877	4,99	26,74
PF	0,9974	5,9799**	0,2203	3,31	14,19
CP	0,6141	3,5351**	0,1305	2,54	14,19
EP	1,7762	10,0994**	0,3534	13,59	4,37
TS	3,2413	5,0826**	0,2684	7,35	7,05
NS	8.425,4697	34.229,1680**	5.680,4136	616,41	12,23

⁽¹⁾FF: número de dias para o aparecimento da primeira flor feminina; NF: número de frutos por planta; PF: peso dos frutos por planta; CP: cor da polpa; EP: espessura da polpa; TS: teor de sólidos solúveis; NS: número de sementes por fruto. ⁽²⁾Os números entre parênteses correspondem aos graus de liberdade. **Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

efeitos gênicos aditivos dos demais (Tabela 2), estando em conformidade com os resultados obtidos por Sachan & Nath (1976), Brar & Sukhija (1977), Partap et al. (1984), Vashistha et al. (1984) e Brar & Sidhu, Dyutin & Prosvirnin e Sidhu et al. citados por Ferreira (1996).

Em relação ao número de dias para o aparecimento da primeira flor feminina, número e peso de frutos por planta, os genitores P14 e B9 foram os mais tardios, porém mais prolíficos e com frutos menores. A população New Hampshire Midget foi a que apresentou maior precocidade com uma redução de 9,5 dp (desvio-padrão) da média, ao passo que P14 e B9 apresentaram maior quantidade de frutos por planta (16,6 e 14,7 dp acima da média) e menor peso do fruto (15,0 e 13,3 dp abaixo da média) (Tabela 3). Apesar de produzirem frutos menores, estas populações são mais produtivas do que as variedades americanas, uma vez que produziram, em média, 14,6 kg/planta

(P14) e 12 kg/planta (B9), enquanto que Crimson Sweet e Charleston Gray produziram 7,7 kg/planta (Tabela 4). Considerando-se a capacidade específica de combinação (CEC), verifica-se que os híbridos 1x2, 1x3, 1x4, 3x5, 4x6, e 5x7 destacam-se como promissores em precocidade; 1x3, 1x4, 1x6 e 2x7 em maior número de frutos; 1x5, 2x3, 4x7 e 5x7 em aumento de peso e 1x2, 1x3, 2x4, 2x5, 2x7, 3x4 e 3x6 em menor peso (Tabela 5).

No geral, os genitores Charleston Gray e Crimson Sweet sobressaíram-se quanto às características de fruto, isto é, cor, espessura e teor de sólidos solúveis da polpa e número de sementes por fruto, como esperado, pois são variedades comerciais selecionadas para estes caracteres. Uma vez que foram atribuídos menores valores às cores de polpa, que variam do vermelho intenso ao vermelho claro, as melhores combinações híbridas, com base na CGC, foram 1x2, 1x4, 2x5, 2x6, 3x5, 3x7, 4x6 e 4x7. Já em

Tabela 2. Quadrados médios da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação, do efeito recíproco (ER) e do resíduo, e componentes quadráticos de sete caracteres de melancia, de acordo com o método 1, modelo 1 de Griffing (1956b).

Caracteres ⁽¹⁾	Quadrados médios ⁽²⁾				Componentes quadráticos		
	CGC (6)	CEC (21)	ER (21)	Resíduo (144)	CGC	CEC	ER
FF	87,3478**	13,0472**	9,4345**	3,0550	1,5052	2,4981	0,7974
NF	178,2266**	2,7007 ^{ns}	2,9164 ^{ns}	1,7877	3,1507	0,2282	0,1411
PF	37,3362**	1,4621**	1,5389**	0,2203	0,6628	0,3104	0,1648
CP	21,7638**	1,1533**	0,7087**	0,1305	0,3863	0,2557	0,0723
EP	58,0690**	4,2775**	2,2144**	0,3534	1,0306	0,9810	0,2326
TS	33,1478**	1,2742**	0,8724**	0,2684	0,5871	0,2514	0,0755
NS	104.748,4609**	35.043,0898**	13.266,8037**	5.680,4136	1.769,0723	7.340,6689	948,2988

⁽¹⁾FF: número de dias para o aparecimento da primeira flor feminina; NF: número de frutos por planta; PF: peso dos frutos por planta; CP: cor da polpa; EP: espessura da polpa; TS: teor de sólidos solúveis; NS: número de sementes por fruto. ⁽²⁾Os números entre parênteses correspondem aos graus de liberdade. ^{ns}Não-significativo. **Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) de sete caracteres em sete populações de melancia e desvios-padrão (dp) dos efeitos dos genitores (\hat{g}_j).

Populações	Caracteres avaliados ⁽¹⁾						
	FF	NF	PF	CP	EP	TS	NS
B9	1,93	2,36	-0,80	0,61	-0,92	-0,63	18,46
Charleston Gray	-0,69	-1,37	0,99	-0,68	0,27	0,64	-55,63
Crimson Sweet	0,41	-1,36	1,01	-0,59	2,03	1,32	-23,97
New H. Midget	-2,09	-1,06	-0,68	-0,68	-0,17	-0,11	-32,54
M7	-0,41	-1,27	0,28	0,30	-0,64	-0,02	8,55
P14	0,64	2,65	-0,90	0,67	-0,82	-0,96	7,49
B13	0,20	0,05	0,10	0,37	0,26	-0,24	77,62
dp (\hat{g}_i)	0,22	0,16	0,06	0,04	0,07	0,06	9,32

⁽¹⁾FF: número de dias para o aparecimento da primeira flor feminina; NF: número de frutos por planta; PF: peso dos frutos por planta; CP: cor da polpa; EP: espessura da polpa; TS: teor de sólidos solúveis; NS: número de sementes por fruto.

relação à espessura da polpa, os híbridos 1x4, 1x5 e 5x6 apresentaram efeitos positivos e foram melhores do que o esperado com base na CGC dos genitores, enquanto os híbridos 1x7, 4x7 e 6x7 apresentaram efeitos positivos, como esperado com base na CGC do pai B13. Quanto ao teor de sólidos solúveis, os híbridos que apresentaram valores altos e positivos foram 1x4, 1x5 e 4x7, sendo melhores do que o esperado com base na CGC dos pais (Tabelas 3, 4 e 5).

É interessante observar que em relação a todos os caracteres avaliados, algumas combinações híbridas apresentaram valores \hat{S}_{ij} negativos e \hat{I}_{ij} positivos e vice-versa, evidenciando o efeito recíproco e a necessidade de realização de cruzamentos nos dois sentidos (Tabela 5).

Em melancia, os caracteres de maior importância econômica são: a) precocidade, em virtude de as plantas apresentarem um ciclo menor, e com isso, um retorno mais rápido do capital investido; b) alta prolificidade, ou seja, plantas que apresentem maior número de frutos possível, o que resulta em maior produtividade; c) frutos pequenos, por proporcionar consumo mais rápido do produto, facilitar o acondicionamento e o transporte, o que pode possibilitar incremento na exportação; d) polpa vermelha; e) maior espessura da polpa, que resulta em maior quantidade do produto a ser consumido; f) alto teor de açúcar, isto é, de sólidos solúveis; g) menor número de sementes. A seleção para prolificidade e tamanho de fruto deve ser simultânea, uma vez que ambos os

Tabela 4. Médias dos genitores e seus híbridos em relação a sete caracteres de melancia⁽¹⁾.

Genitores, cruzamentos	FF	NF	PF	CP	EP	TS	NS
1	37,25g	8,27f	1,45a	4,32k	11,15a	5,72a	511,25b
2	29,00b	1,17a	6,60i	1,15a	15,22h	9,47i	355,50a
3	32,50e	1,27a	6,10h	1,32a	19,30j	10,82j	352,75a
4	28,58b	2,70b	1,90b	2,07d	11,82b	6,15b	472,00b
5	29,75c	2,85b	3,27d	3,15g	11,47a	7,42e	567,50c
6	32,25e	10,07g	1,45a	3,97j	11,15a	5,42a	546,25c
7	28,75b	5,05d	3,02d	3,30g	12,32c	6,62c	643,75e
1 x 2	30,38c	6,02d	3,21d	2,29e	12,88d	7,45e	622,25d
1 x 3	31,50d	6,09d	3,17d	2,61f	13,74f	7,52e	643,50e
1 x 4	27,38a	7,24e	1,86b	1,45a	12,95d	7,35e	613,25d
1 x 5	31,38d	5,77d	3,36d	3,60h	12,75d	7,03d	693,00e
1 x 6	32,00e	11,19h	1,74b	3,91j	11,91b	5,36a	642,13e
1 x 7	33,75f	6,93e	2,73c	3,91j	13,36e	6,61c	718,75f
2 x 3	29,75c	2,70b	5,74g	1,51b	15,80i	9,19i	599,00d
2 x 4	27,50a	2,91b	3,20d	1,76c	13,52e	7,60e	561,63c
2 x 5	30,00c	2,24b	3,96e	1,90d	12,52d	7,84f	569,63c
2 x 6	29,63c	5,91d	3,37d	2,25e	13,19e	6,93d	618,88d
2 x 7	29,00b	4,45c	3,99e	2,20d	13,96f	7,49e	666,75e
3 x 4	28,88b	2,49b	3,25d	1,51b	15,46h	8,49h	549,38c
3 x 5	29,00b	2,30b	4,66f	2,09d	15,17h	8,70h	652,38e
3 x 6	30,63d	6,50d	3,01d	2,62f	14,62g	7,78f	631,13d
3 x 7	30,75d	4,11c	4,29e	1,97d	15,27h	8,19g	787,13g
4 x 5	27,50a	2,41b	2,94c	2,25e	12,63d	6,86d	616,00d
4 x 6	26,88a	6,44d	1,93b	2,14d	12,39c	6,59c	605,88d
4 x 7	28,88b	3,37c	3,31d	1,84c	15,21h	7,68f	669,00e
5 x 6	31,25d	6,25d	2,87c	3,68i	12,71d	6,46b	613,25d
5 x 7	28,38b	4,25c	4,05e	3,29g	13,43e	7,01d	663,00e
6 x 7	32,00e	7,21e	2,51c	3,90j	13,44e	6,16b	709,88f

⁽¹⁾1: B9; 2: Charleston Gray; 3: Crimson Sweet; 4: New Hampshire Midget; 5: M7; 6: P14; 7: B13; FF: número de dias para o aparecimento da primeira flor feminina; NF: número de frutos por planta; PF: peso dos frutos por planta; CP: cor da polpa; EP: espessura da polpa; TS: teor de sólidos solúveis; NS: número de sementes por fruto; médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott.

caracteres estão relacionados à produção, ou seja, o potencial produtivo está diretamente relacionado ao número de frutos por planta e ao peso desses frutos. Além dos caracteres acima mencionados, percebe-se a preferência por frutos redondos, talvez em decorrência de o mercado consumidor estar acostumado com o padrão da cultivar Crimson Sweet, que é a mais comercializada no Brasil.

Pelos resultados obtidos e considerando os caracteres de importância econômica, fica evidente que as populações envolvidas nesse dialelo podem ser exploradas em programas de melhoramento, com a finalidade de obtenção de novas cultivares e/ou híbridos, em virtude da existência de variabilidade aditiva e não-aditiva em relação aos caracteres estudados.

Considerando que os efeitos da CGC foram bem superiores aos efeitos da CEC, sugerindo predomínio da variância aditiva sobre a variância de dominância em nível intrapopulacional, os métodos de melhoramento de populações poderão ser empregados, como por exemplo a seleção recorrente. Contudo, nenhuma das populações estudadas apresenta variabilidade em relação a todo o conjunto de caracteres desejados no melhoramento da melancia, e, por conseguinte, a melhor estratégia será utilizar estas populações para formar populações-base, a partir de intercruzamentos entre elas, seja para exploração de seleção recorrente intra ou interpopulacional, seja para a extração de linhagens para a síntese de híbridos.

Tabela 5. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (\hat{S}_{ij}) e dos efeitos recíprocos (\hat{I}_{ij}) em relação a sete caracteres em melancia, e desvios-padrão (dp) entre F_1 's com um genitor comum ($\hat{S}_{ij}-\hat{S}_{ik}$), entre dois F_1 's quaisquer ($\hat{S}_{ij}-\hat{S}_{kl}$) e entre dois efeitos recíprocos quaisquer ($\hat{I}_{ij}-\hat{I}_{kl}$)⁽¹⁾.

Cruzamentos	Caracteres avaliados												
	FF		NF	PF		CP		EP		TS		NS	
	\hat{S}_{ij}	\hat{I}_{ij}	\hat{S}_{ij}	\hat{S}_{ij}	\hat{I}_{ij}								
1 x 2	-0,88	-0,62	0,04	-0,28	0,04	-0,20	0,10	-0,08	0,08	0,08	0,08	43,00	-30,75
1 x 3	-0,86	-2,25	0,90	-0,34	0,15	0,05	-0,21	-0,97	-0,81	-0,51	-0,20	32,59	-49,00
1 x 4	-2,48	0,12	0,94	0,04	0,09	-1,02	-0,08	0,44	0,10	0,74	-0,12	10,91	36,50
1 x 5	-0,16	1,62	-0,31	0,58	-0,29	0,14	0,20	0,72	-0,28	0,32	0,08	49,57	53,25
1 x 6	-0,59	-1,00	1,17	0,13	-0,09	0,09	0,34	0,06	-0,34	-0,39	-0,11	-0,25	-36,88
1 x 7	1,60	-0,25	-0,49	0,12	0,02	0,38	-0,04	0,43	0,11	0,13	-0,16	6,25	44,75
2 x 3	0,02	-1,25	0,43	0,43	-1,84	0,24	0,01	-0,10	-1,40	-0,13	-1,21	-5,94	68,12
2 x 4	0,26	0,50	0,34	-0,41	0,02	0,58	0,04	-0,18	-0,25	-0,29	0,18	33,38	25,12
2 x 5	1,09	0,00	-0,12	-0,61	-0,14	-0,27	-0,05	-0,70	-0,15	-0,14	-0,14	0,29	-33,88
2 x 6	-0,34	-1,12	-0,37	-0,02	0,20	-0,28	-0,12	0,14	0,29	-0,10	0,32	50,59	35,62
2 x 7	-0,52	0,50	0,77	-0,41	-0,24	-0,04	-0,15	-0,17	-0,39	-0,26	0,24	28,34	46,25
3 x 4	0,53	-1,12	-0,09	-0,39	0,05	0,25	-0,09	0,01	-0,21	-0,07	-0,11	-10,53	0,62
3 x 5	-1,02	1,50	-0,06	0,06	0,16	-0,17	0,21	0,19	0,00	0,05	-0,05	51,38	-23,38
3 x 6	-0,45	0,62	0,21	-0,41	0,06	0,01	0,01	-0,18	0,00	0,07	0,12	31,12	-22,12
3 x 7	0,12	1,75	0,42	-0,14	0,14	-0,35	-0,25	-0,61	-0,55	-0,24	0,19	117,06	44,12
4 x 5	-0,02	0,00	-0,25	0,03	0,14	0,08	0,55	-0,16	0,02	-0,36	0,06	23,57	-41,25
4 x 6	-1,70	-0,62	-0,15	0,19	-0,12	-0,39	-0,86	-0,21	0,24	0,31	0,34	14,50	-24,62
4 x 7	0,75	-1,88	-0,62	0,58	0,36	-0,39	-0,61	1,53	1,44	0,67	0,32	7,50	-31,25
5 x 6	0,10	1,00	-0,13	0,18	-0,15	0,16	-0,12	0,58	-0,36	0,01	0,26	-19,21	-3,25
5 x 7	-1,43	0,38	0,47	0,35	0,42	0,07	-0,21	0,21	0,22	-0,08	0,36	-39,59	-83,00
6 x 7	1,14	-0,50	-0,50	-0,01	-0,06	0,32	0,02	0,41	-0,06	0,02	-0,11	8,34	30,88
dp ($\hat{S}_{ij}-\hat{S}_{ik}$)	0,81		0,62		0,22		0,17		0,28		0,24		34,89
dp ($\hat{S}_{ij}-\hat{S}_{kl}$)	0,74		0,57		0,20		0,15		0,25		0,22		31,85
dp ($\hat{I}_{ij}-\hat{I}_{kl}$)	0,87		-		0,24		0,18		0,30		0,26		37,68

⁽¹⁾1: B9; 2: Charleston Gray; 3: Crimson Sweet; 4: New Hampshire Midget; 5: M7; 6: P14; 7: B13; FF: número de dias para o aparecimento da primeira flor feminina; NF: número de frutos por planta; PF: peso de frutos por planta; CP: cor da polpa; EP: espessura da polpa; TS: teor de sólidos solúveis; NS: número de sementes por fruto.

De fato, em todas as variáveis avaliadas houve combinações híbridas favoráveis, as quais podem ser utilizadas em programas de melhoramento visando à obtenção de linhagens superiores para serem empregadas posteriormente na formação de populações-base e/ou na obtenção de híbridos F_1 . É importante que na escolha das melhores combinações híbridas se leve em consideração o efeito da CGC, em pelo menos um dos genitores, pois assim o caráter desejado será mais rapidamente incorporado nas linhagens ou populações-base. Os resultados também evidenciaram a importância dos efeitos recíprocos em algumas combinações híbridas, e, conseqüentemente, o fato de que os efeitos da CEC apesar de serem úteis na indicação das melhores combinações, não determinam qual dos genitores deva ser utilizado como masculino ou feminino nos cruzamentos eleitos.

Assim, intercrossamentos entre a população B9 e as variedades melhoradas Charleston Gray e Crimson Sweet são indicados em programas que visam à obtenção de cultivares precoces, prolíficas, com frutos pequenos, vermelhos e doces. Linhagens segregantes e transgressivas, em relação à maioria desses caracteres, podem ser obtidas também com o intercrossamento entre Charleston Gray e B13, Crimson Sweet e P14, New Hampshire Midget e P14 ou B13.

Ferreira (2000), por exemplo, verificou que uma população-base, sintetizada com o intercrossamento entre Crimson Sweet e P14, apresentou grande variação genética em caracteres de importância econômica, tendo, portanto, alto potencial para o melhoramento genético. De um total de 64 progênies maternas avaliadas, foi possível selecionar 9,4% que apresentavam cor vermelha da polpa, teor de sólidos solúveis superior a 8°Brix e produção de frutos acima de 17 kg por planta, isto é, acima da produção apresentada pelas testemunhas Crimson Sweet e JetStream (híbrido comercial).

Conclusões

1. Os caracteres florescimento feminino e número de sementes por fruto são governados por genes que apresentam predomínio de efeitos não-aditivos, enquanto os caracteres número de frutos por planta, peso de frutos, cor, espessura e teor de sólidos solúveis da polpa são governados por genes que possuem efeitos aditivos.

2. Populações-base com potencial para originarem linhagens superiores em relação à maioria dos caracteres de importância econômica no melhoramento da melancia podem ser obtidas mediante intercrossamentos envolvendo as populações B9 e P14 e as variedades comerciais Charleston Gray e Crimson Sweet.

3. Uma vez obtidas populações-base a partir de intercrossamentos entre as populações estudadas, os métodos de melhoramento inter e intrapopulacionais poderão ser empregados visando à obtenção de cultivares melhoradas ou à extração de linhagens superiores para a síntese de híbridos.

Agradecimentos

Aos funcionários da FCAV-Unesp e da Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, pela colaboração prestada; ao Banco do Nordeste e à Facepe, pelo apoio financeiro; ao CNPq, pela concessão de bolsa de estudo à primeira autora.

Referências

- ASSIS, J. G. de A. **Estudos genéticos no gênero *Citrullus***. 1994. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- BRAR, J. S.; SUKHUJA, B. S. Line x tester analysis for combining ability in watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb. Mansf.). **Indian Journal of Horticulture**, Bangalore, n. 34, p. 410-414, 1977.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1994. 390 p.
- DIAS, R. de C. S.; QUEIRÓZ, M. A. de; MENEZES, M. Fontes de resistência em melancia a *Didymella bryoniae*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 15-18, 1996.
- FERREIRA, M. A. J. da F. **Análise dialéctica em melancia *Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.** 1996. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- FERREIRA, M. A. J. da F. **Sistema reprodutivo e potencial para o melhoramento genético de uma população de melancia *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai**. 2000. 148 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

- GILL, B. S.; KUMAR, J. C. Combining ability analysis in watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb. Mansf.). **Indian Journal of Horticulture**, Bangalore, v. 45, n. 1/2, p. 104-109, 1988.
- GRIFFING, B. A concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, Collingwood, v. 9, p. 463-493, 1956a.
- GRIFFING, B. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. **Heredity**, Oxford, v. 10, p. 31-50, 1956b.
- IBGE (Rio de Janeiro, RJ). **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?>> Acesso em: 23 de nov. de 1998.
- PARTAP, P. S.; MEHROTRA, N.; VASHISTHA, R. N.; PANDITA, M. L. Biparental crossing in watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Schard.). **Genetica Agraria**, Rome, v. 38, n. 4, p. 379-385, 1984.
- PRASAD, L.; GAUTAM, N. C.; SINGH, S. P. Studies on genetic variability and character association in watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.). **Vegetable Science**, New Delhi, v. 15, n. 1., p. 86-94, 1988.
- QUEIRÓZ, M. A. de. Cucurbitáceas no semi-árido do Nordeste brasileiro: resgate, conservação e uso. In: ENCONTRO SOBRE TEMAS DE GENÉTICA E MELHORAMENTO, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Esalq, 1998. p. 1-12.
- QUEIRÓZ, M. A. de. Potencial de germoplasma de cucurbitáceas no Nordeste brasileiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 1, p. 7-9, 1993.
- QUEIRÓZ, M. A. de; DIAS, R. de C. S.; SOUZA, F. de F.; FERREIRA, M. A. J. da F.; ASSIS, J. G. de A.; BORGES, R. M. E.; ROMÃO, R. L.; RAMOS, S. R. R.; COSTA, M. S. V.; MOURA, M. de C. C. L. Recursos genéticos e melhoramento de melancia no Nordeste brasileiro. In: QUEIRÓZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Embrapa-CPATSA/Embrapa-Cenargen, 1999. Disponível em: <<http://www.cpatna.embrapa.br/catpub.html>> Acesso em: 5 dez. 2001.
- QUEIRÓZ, M. A. de; DIAS, R. de C. S.; SOUZA, F. de F.; FERREIRA, M. A. J. da F.; BORGES, R. M. E. Watermelon breeding in Brazil. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 510, p. 105-112, 2000.
- QUEIRÓZ, M. A. de; ROMÃO, R. L.; DIAS, R. de C. S.; ASSIS, J. G. de A.; BORGES, R. M. E.; FERREIRA, M. A. J. da F.; RAMOS, S. R. R.; COSTA, M. S. V.; MOURA, M. de C. C. L. Watermelon germplasm bank for the Northeast of Brazil: an integrated approach. In: THE EUCARPIA MEETING ON CUCURBIT GENETICS AND BREEDING, 6., 1996, Malaga. **Proceedings...** Malaga: European Association for Research on Plant Breeding, 1996. p. 97-103.
- RAJENDRAN, P. C.; THAMBURAJ, S. Genetic variability in biometrical traits in watermelon (*Citrullus lanatus*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 64, n. 1, p. 5-8, 1994.
- ROMÃO, R. L. **Dinâmica evolutiva e variabilidade de populações de melancia *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai. em três regiões do Nordeste brasileiro**. 1995. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- SACHAN, S. C. P.; NATH, P. Combining ability of quantitative characters in 10 x 10 diallel crosses of watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb. Mansf.). **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, Giza, n. 5, p. 65-79, 1976.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, p. 507-512, 1974.
- SHARMA, R. R.; CHOUDHURY, B. Studies on some quantitative characters in watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb. Mansf.). I. Inheritance of earliness and fruit weight. **Indian Journal of Horticulture**, Bangalore, v. 45, n. 1/2, p. 79-84, 1988a.
- SHARMA, R. R.; CHOUDHURY, B. Studies on some quantitative characters in watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb. Mansf.). II. Inheritance of total soluble solids and rind thickness. **Indian Journal of Horticulture**, Bangalore, v. 45, n. 3/4, p. 283-287, 1988b.
- VASHISTHA, R. N.; PARTAP, P. S.; PANDITA, M. L. Gene effects of certain quantitative characters in watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.). **Indian Journal of Horticulture**, Bangalore, v. 41, n. 3/4, p. 273-276, 1984.
- VASHISTHA, R. N.; PARTAP, P. S.; PANDITA, M. L. Studies on variability and heritability in watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.). **Haryana Agricultural University Journal of Research**, Haryana, v. 13, n. 2, p. 319-324, 1983.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.