

**TIAGO LIMA DO NASCIMENTO**

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA, CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO E  
HETEROSE EM MELANCIA**

**Recife-PE, Brasil  
Fevereiro, 2017**

**TIAGO LIMA DO NASCIMENTO**

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO E  
HETEROSE EM MELANCIA**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Agronomia “Melhoramento Genético de Plantas”, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Agronomia - Melhoramento Genético de plantas.

**ORIENTADORES**

**Prof. Dr. Edson Ferreira da Silva (UFRPE) - Orientador**

**Pesquisador Dr. Flávio de França Souza (Embrapa Semiárido) - Co-orientador**

Recife-PE, Brasil  
Fevereiro, 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

N244d Nascimento, Tiago Lima do  
Divergência genética, capacidade de combinação e heterose em melancia / Tiago Lima do Nascimento. – 2017.  
96 f. : il.

Orientador: Edson Ferreira da Silva.  
Coorientador: Flávio de França Souza.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Melhoramento Genético de Plantas, Recife, BR-PE, 2017.  
Inclui referências e apêndice(s).

1. *Citrullus lanatus* 2. Variabilidade 3. Combinação  
4. Heterose 5. Melhoramento genético I. Silva, Edson Ferreira da, orient. II. Souza, Flávio de França, coorient. III. Título

CDD 581.1

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA, CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO E  
HETEROSE EM MELANCIA**

**Tiago Lima do Nascimento**

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora em: 23/02/2017

**ORIENTADOR:**

---

**Prof. Dr. Edson Ferreira da Silva  
(Universidade Federal Rural de Pernambuco -UFRPE)**

**EXAMINADORES:**

---

**Pesquisadora Dra. Rita de Cassia Souza Dias  
(Embrapa Semiárido)**

---

**Prof. Dr. Manoel Abílio de Queiróz  
(Universidade do Estado da Bahia - UNEB)**

Recife - PE  
Fevereiro, 2017

**Ofereço**

Ao meu avô, Albino José (*in memoriam*), à minha mãe, Maria Bernadete, ao meu irmão, Diego Lima, à minha madrinha, Eva Maria, às minhas sobrinhas, Alice e Clarice e aos meus eternos amigos e companheiros, Deisy Aiane, Kelly Maia e Ronny Elisson por estarem sempre comigo.

**Dedico**

A minha mãe Maria Bernadete e a minha avó Efigênia Maria.

*“Não fui eu que lhe ordenei? Seja forte e corajoso! Não se apavore, nem se desanime, pois eu, o Senhor, o teu Deus, estarei com você por onde você andar”*

Josué 1

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pela sua infinita misericórdia, por estar sempre presente em todos os momentos de minha existência, principalmente naqueles em que mais preciso que ele segure na minha mão.

À Embrapa Semiárido, por toda infraestrutura disponibilizada para a realização deste trabalho.

Ao CNPq, pela bolsa concedida.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Melhoramento Genético de Plantas, pelos conhecimentos transmitidos.

A toda minha família, especialmente a minha, mãe Maria Bernadete, essencial na minha formação como pessoa e que me ensinou a acreditar e correr atrás dos meus objetivos; ao meu irmão, Diego, pelos momentos de aprendizado; a minha madrinha, Eva Maria, por todo carinho e amor; as minhas sobrinhas, Clárice e Alice, pela alegria nos momentos difíceis; aos meus avós, Albino José (*in memoriam*) e Efigênia Maria, exemplos de coragem e fé; e a todos os meus tios, tias e primos, por todo apoio.

Ao meu orientador, Dr. Edson Ferreira da Silva, pelos ensinamentos, confiança e parceria.

Ao meu Co-orientador, Dr. Flávio de França Souza, que muitas vezes, me acompanhou ao campo, aos finais de semana, para me ajudar com as polinizações, pelos quatro anos de ensinamentos, confiança, amizade e incentivo.

Aos trabalhadores do Campo Experimental de Bebedouro da Embrapa Semiárido, Manoel Cícero, Chiquinho, Sr. Antônio e Aumério, pelo apoio indispensável na condução dos experimentos de campo.

Aos estagiários da Embrapa Semiárido Thaise Passos e Ronny Elisson, pela ajuda nas polinizações e avaliações dos experimentos. Tenham o meu eterno agradecimento, pois foram de grande importância para a realização deste trabalho.

Aos meus amigos Deisy Aine, Kelly Maia e Ronny Elisson, pelo o apoio nessa conquista, pelas palavras de incentivo e pela amizade de sempre.

À Dra. Rita de Cassia, pelos ensinamentos e conselhos.

À Dra. Maria Aldete, pela primeira oportunidade de estágio na área de melhoramento genético e pela a boa vontade.

Ao professor Manoel Abílio, pelo exemplo de sabedoria e humildade, pela disponibilidade e contribuição.

À Dra. Joice Simone, pelos ensinamentos, confiança, paciência e amizade.

À Estagiária da Embrapa Semiárido, Fernanda Reis pela ajuda e boa vontade.

Ao doutorando Ricardo Valadares, pelos ensinamentos, paciência e ajuda.

A mestranda Táris Maria Macedo de Santana, pela tradução dos abstracts.

Aos bolsistas e estagiários que me ajudaram até a conclusão desse trabalho: Elieta Tamires, Indira Ingrid, Polianne Paixão, Daiana Evelin, Daniele, Nadiane, João Paulo, Douglas Martins, Marcos Paulo, Kelvin e Pedro.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho, meu muito obrigado!



## LISTA DE FIGURAS

### I Capítulo

- Figura 1.** Tipos de plantas quanto à expressão sexual ('a' monoica e 'b' andromonoica) em melancia (*Citrullus lanatus*) ..... 23
- Figura 2.** Pétalas e estames da flor masculina de melancia (*Citrullus lanatus*) ..... 23

### II Capítulo

- Figura 1.** Dendrograma representativo da dissimilaridade genética entre genótipos de melancia, obtidos pela metodologia de Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages (UPGMA), utilizando a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2_{ii}$ ), Coeficiente de Correlação Cofenética (CCC) = 82% ..... 47
- Figura 2.** Dispersão dos genótipos de melancia em relação aos 20 caracteres avaliados, com base nas duas primeiras variáveis canônicas ..... 48

### APÊNDICES

- Figura 3.** Padrão externo e interno de frutos dos seis genótipos de melancia da coleção de trabalho da Embrapa Semiárido utilizados ..... 53
- Figura 4.** Variação da cor da polpa de frutos dos seis genótipos de melancia da coleção de trabalho da Embrapa Semiárido utilizados ..... 53

### III Capítulo

#### APÊNDICES

- Figura 1.** Frutos de Híbridos  $F_1$ 's ( $F_1$ ) e híbridos  $F_1$ 's recíprocos ( $F_1$ RC) de melancia, obtidos mediante todas as combinações possíveis entre os genitores (P1= JNY, P2= ORA; P3= KOD, P4= SOL, P5= CHG e P6= PEA) ..... 73
- Figura 2.** Sementes de híbridos  $F_1$ 's ( $F_1$ ) e híbridos  $F_1$ 's recíprocos ( $F_1$ 's RC), obtidos mediante todas as combinações possíveis entre os genitores (P1= JNY, P2= ORA; P3= KOD, P4= SOL, P5= CHG e P6= PEA) ..... 74

## LISTA DE TABELAS

### II Capítulo

<b>Tabela 1.</b> Procedências e principais características dos genótipos de melancia avaliados .....	40
<b>Tabela 2.</b> Resumo da análise de variância e estimação de parâmetros genéticos em genótipos de melancia .....	42
<b>Tabela 3.</b> Dissimilaridade genética entre genótipos de melancia considerando 20 características com base na distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2_{ii}$ ) .....	43
<b>Tabela 4.</b> Contribuição relativa de 20 caracteres morfológicos, avaliados para dissimilaridade genética, em genótipos de melancia, pelo método proposto por Singh (1981) .....	44
<b>Tabela 5.</b> Estimativa das variâncias (autovalores) e variâncias acumuladas das variáveis canônicas, visando estimar a dissimilaridade genética entre genótipos de melancia .....	45
<b>Tabela 6.</b> Estimativa de autovalores associados às variáveis canônicas (VC) em genótipos de melancia .....	46

### III Capítulo

<b>Tabela 1.</b> Procedências e principais características dos genótipos de melancia avaliados .....	58
<b>Tabela 2.</b> Resumo da análise de variância para 36 genótipos de melancia .....	60
<b>Tabela 3.</b> Quadrados médios de tratamentos, da capacidade geral (C.G.C) e específica (C.E.C) de combinação, do efeito recíproco (E.R) e do resíduo, e componentes quadráticos para 11 características de melancia .....	62
<b>Tabela 4.</b> Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) em genótipos de melancia .....	64
<b>Tabela 5.</b> Estimativas da capacidade específica de combinação em híbridos de melancia em relação a 11 características .....	66
<b>Tabela 6.</b> Estimativas dos efeitos recíprocos em híbridos de melancia .....	67

### IV Capítulo

<b>Tabela 1.</b> Procedências e principais características dos genótipos de melancia avaliados .....	79
<b>Tabela 2.</b> Valores médios e teste de médias, para antese de flor feminina (AFF), comprimento de rama principal (CRP), massa de fruto (MF), número de fruto por	

planta (NF/P), produtividade (PROD), comprimento de fruto (CF), largura de fruto (LF), firmeza da polpa (FP), teor de sólidos solúveis (TSSC), espessura média de casca (EMDC), comprimento de semente (CS), largura de semente (LS) e massa de semente (MS) ..... 93

**Tabela 3.** Heterose relativa em relação à média dos pais (Hmp) e ao pai superior (Hps) em genótipos de melancia, dias para antese de flor feminina (AFF), comprimento de rama principal (CRP), massa de fruto (MF), número de fruto por planta (NF/P), produtividade (PROD), comprimento de fruto (CF) e largura de fruto (LF) ..... 95

**Tabela 4.** Heterose em relação à média dos pais (Hmp) e ao pai superior (Hps) em genótipos de melancia, para firmeza da polpa (FP), teor de sólidos solúveis (TSSRC), espessura média da casca (EMDC), comprimento (CS), largura (LS) e massa de semente (MS) ..... 96

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE TABELAS .....	x
RESUMO .....	14
ABSTRACT .....	16
<b>Capítulo I – Considerações gerais</b> .....	18
1. Introdução .....	19
2. Revisão de literatura .....	21
2.1. Aspectos da cultura da melancia .....	21
2.2. Sistema reprodutivo da melancia .....	22
2.3. Melhoramento genético da melancia .....	24
2.4. Divergência genética .....	25
2.5. Cruzamento dialélico .....	26
2.5.1. Capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação .....	27
2.5.2. Efeitos recíprocos .....	29
2.6. Heterose .....	30
2.7. Referências bibliográficas .....	31
<b>Capítulo II - Divergência genética em genótipos de melancia da coleção de trabalho da Embrapa Semiárido</b> .....	35
Resumo .....	36
Abstract .....	36
Introdução .....	37
Material e métodos .....	39
Resultado e discussão .....	41
Conclusões .....	49
Referências .....	50
Apêndices .....	52
<b>Capítulo III – Capacidade geral e específica de combinação em melancia</b> .....	54
Resumo .....	55
Abstract .....	55
Introdução .....	56

Material e métodos .....	57
Resultado e discussão .....	60
Conclusões .....	68
Referências .....	69
Apêndices .....	72
<b>Capítulo IV - Heterose em híbridos experimentais de melancia .....</b>	<b>75</b>
Resumo .....	76
Abstract .....	76
Introdução .....	77
Material e métodos .....	79
Resultado e discussão .....	81
Conclusões .....	90
Referências .....	91

## RESUMO

A melancia (*Citrullus lanatus*) pertence à família cucurbitácea, que é originária das regiões quentes da África tropical e é difundida mundialmente, devido ao sabor refrescante, às propriedades diuréticas e ao fácil consumo *in natura*, principalmente como sobremesa refrescante. A melancia é considerada uma das principais cucurbitáceas cultivadas no Brasil e teve produção de 2.119.599t na safra de 2015, proveniente de 97.910 hectares cultivados. No entanto, grande parte da produção brasileira de melancia decorre do plantio de poucas cultivares, bastante aparentadas, causando o estreitamento a base genética da espécie. Esse fator dificulta a obtenção de ganhos nos programas de melhoramento genético visando o desenvolvimento de novas cultivares comerciais. Por outro lado, os recursos genéticos conservados nos Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs) dispõe de importantes fontes de variabilidade genética. Faz-se necessário, aumentar o conhecimento desses recursos genéticos, visando disponibilizar informações úteis para auxiliar na escolha correta de genótipos a serem utilizados nos programas de melhoramento. Os objetivos do presente trabalho foram estudar a divergência genética, estimar a capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação e os efeitos recíprocos (ER) em genótipos de melancia e a heterose dos híbridos em relação a características de fruto, semente e produtividade. Foram avaliadas 20 características, são elas: comprimento de rama principal, dias para antese de flor masculina e feminina, peso médio de fruto, teor de sólidos solúveis, comprimento e largura de fruto, relação do comprimento e largura do fruto, espessura média da casca, firmeza da polpa, cor da polpa, comprimento e largura de semente, relação do comprimento largura de semente, massa e espessura de semente, número médio de frutos por planta e produtividade. Realizou-se o estudo de diversidade genética, por meio de análises multivariadas, utilizando variáveis canônicas e o agrupamento pelo método UPGMA. Para as estimativas da capacidade de combinação e efeitos recíprocos, os cruzamentos e análise estatística dos dados foram realizados segundo modelo I de Griffing (1956), enquanto a análise de cruzamentos dialélicos e a heterose foi calculada em relação à média dos pais e ao pai superior 'JNY (1)', 'ORA (2)', 'KOD (3)', 'SOL (4)', 'CHG (5)' e 'PEA (6)'. Os genótipos avaliados apresentaram variabilidade genética e além disso, os descritores empregados para a discriminação dos genótipos se mostraram eficientes. Quanto aos métodos de análise multivariada, foram concordantes entre si, sendo eficientes para a seleção de genótipos divergentes. Em relação as

estimativas da capacidade geral de combinação, os genótipos 'JNY (1)' e 'KOD (3)' foram os mais promissores para obtenção de híbridos com tamanho de fruto reduzido e sementes pequenas. Além disso, os efeitos recíprocos indicaram que os genótipos 'JNY (1)' e 'KOD (1)' devem ser utilizados como doador e receptor de pólen, respectivamente. Enquanto que os genótipos 'ORA (2)' e 'CHG (5)' podem ser utilizados para dar origem a híbridos com maior massa de fruto; quanto as estimativas da capacidade específica de combinação as combinações 'ORA (2)' x 'PEA (6)'; 'ORA (2)' x 'JNY (1)'; 'CHG (5)' x 'KOD (3)'; 'PEA (6)' x 'KOD (3)' e 'CHG (5)' x 'SOL (4)' como sendo genótipos promissores para o menor tamanho de fruto e sementes pequenas. Em relação a heterose, as combinações 'CHG (5)' x 'ORA (2)', 'JNY (1)' x 'PEA (6)' e 'ORA (2)' x 'CHG (5)' revelaram potencial para o mercado de híbridos precoces, com maior massa de fruto, compridos, de polpa firme, adocicados e de casca espessa, enquanto que as combinações 'KOD (3)' x 'JNY (1)' e 'JNY (1)' x 'KOD (3)' exibiram potencial para frutos de menor tamanho e com semente pequena.

**Palavras-chave:** *Citrullus lanatus*, variabilidade, combinação, heterose, melhoramento genético

## ABSTRACT

Watermelon (*Citrullus lanatus*) belongs to the cucurbit family, which originates in the hot regions of tropical Africa and is widespread worldwide due to the refreshing taste, diuretic properties and its facility to be consumed in natura, especially as a refreshing dessert. The watermelon is considered one of the main cucurbits cultivated in Brazil, in the 2015 harvest the production was 2,119,599t, coming from 97.910 hectares cultivated. However, a large part of the Brazilian watermelon production comes from the planting of a few closely related cultivars, what leads to causing a narrowing of the genetic basis of the species. This factor makes it difficult to obtain gains by using breeding programs for the development of new commercial cultivars. On the other hand, the genetic resources conserved in Active Germplasm Banks (BGAs) plays an important role for genetic variability. It is necessary to increase the knowledge of these genetic resources, in order to provide effective information to help a good selection of genotypes to be used in breeding programs. The objectives of the present work were: to study the genetic divergence; to estimate the general (CGC) and specific (CEC) of combinations and the reciprocal effects (RE) in watermelon genotypes; and heterosis of the hybrids in relation to characteristics of fruit, seed and productivity. Twenty characteristics were evaluated: main branch length; days for the appearance of the first male and female flower; average fruit weight; soluble solids content; fruit length and width; fruit length and width ratio; mean rind thickness; pulp consistence; pulp color; seed length and width; seed width and length ratio; seed mass and thickness; average number of fruits per plant; and yield. The study of genetic diversity was carried out using multivariate analyzes with canonical variables and grouping by UPGMA method. For the reciprocal effects and combining ability estimative, crosses and statistical analysis of the data were performed according to Griffing's model I (1956), while the analysis of diallel crosses and heterosis was calculated in relation to the average of the parents and the superior parent 'JNY (1)', 'ORA (2)', 'KOD (3)', 'SOL (4)', 'CHG (5)' and 'PEA (6)'. The appraised genotypes presented great genetic variability and, in addition, the descriptors used to discriminate the genotypes were efficient. As for the multivariate analysis methods, they were concordant among themselves, demonstrating to be efficient for the selection of divergent genotypes. As concerns, the estimates of the general combining ability, the 'JNY (1)' and 'KOD (3)' genotypes were the most promising to obtain hybrids with reduced fruit size and small seeds.



In addition, reciprocal effects indicated that genotypes 'JNY (1)' should be used as donor and 'KOD (3)' as pollen recipient. While the genotypes 'ORA (2)' and 'CHG (5)' can be used to give rise to hybrids with greater fruit mass. Concerning estimates of specific combining ability 'ORA (2)' x 'PEA (6)' combinations; 'ORA (2)' x 'JNY (1)'; 'CHG (5)' x 'KOD (3)'; 'PEA (6)' x 'KOD (3)' and 'CHG (5)' x 'SOL (4)' as being promising genotypes for the smallest fruit size and small seeds. In relation to heterosis, the combinations 'CHG (5)' x 'ORA (2)', 'JNY (1)' x 'PEA (6)' and 'ORA (2)' x 'CHG (5)' revealed potential for the market of early hybrids, with greater fruit mass, long, firm pulp; while the 'KOD (3)' x 'JNY (1)' and 'JNY (1)' x 'KOD (3)' combinations displays potential for smaller fruits and seeds.

**Keywords:** *Citrullus lanatus*, variability, combination, heterosis, genetic improvement

## **CAPÍTULO I**

---

### **CONSIDERAÇÕES GERAIS**

## 1. Introdução

A melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai) é uma espécie originária das regiões quentes da África tropical e é difundida mundialmente devido ao sabor refrescante, propriedades diuréticas e fácil consumo *in natura*, como sobremesa refrescante (GAMA e VIZA, 2008).

A *C. lanatus* var. *lanatus*, tem ampla distribuição mundial e é cultivada para o consumo humano, enquanto que a *C. lanatus* var. *citroides* é uma forma selvagem utilizada, principalmente, para a alimentação animal (WHITAKER e DAVIS, 1962; MOHR, 1986).

No Brasil, a melancia foi introduzida por decorrência do tráfico de escravos (SILVA, 2004). Passando a ser considerada uma das principais cucurbitáceas cultivadas no país, teve produção de 2.119.599 t, na safra de 2015 em 97.910 ha cultivados (IBGE, 2016). Todas as regiões brasileiras produzem melancia, entretanto, os principais Estados produtores, na referida safra, foram Rio Grande do Sul, Goiás e Bahia que tiveram produções de 464.775t, 246.950t e 244.982t, respectivamente (IBGE, 2016).

Ressalta-se que a maior parte da produção brasileira de melancia decorre da exploração de poucas cultivares, que são bastante aparentadas (SOUZA et al., 2008). O que resulta em estreitamento da base genética da cultura no país, fator que além de expor a cultura a vulnerabilidade a pragas e doenças também dificulta a obtenção de ganhos nos programas de melhoramento genético visando de novas cultivares comerciais.

Por outro lado, os recursos genéticos vegetais conservados nos Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs) representam importante fonte de variabilidade genética que pode ser explorada nos programas de melhoramento dessa cultura. No entanto, é necessário o

conhecimento prévio desse germoplasma em relação aos caracteres de interesse agrônômico. Segundo Alves et al. (2012) e Costa et al. (2006), a avaliação e caracterização geram informações úteis que podem auxiliar na escolha correta dos melhores genótipos a serem utilizados nos programas de hibridação. Conhecimento da herança dos caracteres de interesse agrônômicos e da complementariedade dos genitores podem ser obtidos em estudos de divergência genética e também são de grande importância para os programas de melhoramento (ALBRECHT et al., 2008; BARROS et al., 2010; CEOLIN et al., 2007).

Apesar dos poucos trabalhos voltados para o melhoramento da melancia no Brasil, a Embrapa Rondônia em parceria com a Embrapa Semiárido, no ano de 2002, iniciaram o programa de melhoramento genético da melancia, no qual vários acessos têm sido avaliados visando à obtenção de cultivares precoces, de frutos pequenos, com alto teor de açúcares, boa resistência ao transporte e com diferentes padrões de casca e cor de polpa (SOUZA et al., 2008). Enquanto que em 2004, a Embrapa Hortaliças deu início a um programa de melhoramento da melancia com objetivo de desenvolver cultivares resistentes ao vírus PRSVW e com padrão de fruto comercial, para isso realizavam o retrocruzamento de acessos do BAG, resistentes ao vírus, com a cultivar 'Crimson Sweet' (VIEIRA e ÁVILA, 2007).

É de grande importância à realização de estudos que visem ampliar o conhecimento da herança dos caracteres de interesse agrônômico dos parentais para o melhoramento das culturas (CRUZ e VENCOSKY, 1989). Considerando que em melancia, há escassez de pesquisas a esse respeito no Brasil, e visto a importância em disponibilizar informações úteis ao desenvolvimento de novas variedades comerciais, faz-se necessário a realização de pesquisas a esse respeito. Mediante ao exposto, o presente trabalho teve como objetivos, estudar a divergência genética, estimar a capacidade geral

(CGC) e específica (CEC) de combinação e os efeitos recíprocos (ER) em genótipos de melancia e a heterose dos híbridos, para características de fruto, semente e produção.

## **2. Revisão de literatura**

### **2.1. Aspectos da cultura da melancia**

A melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) é uma espécie da família das cucurbitáceas, que possui duas variedades botânicas, *C. lanatus* var. *lanatus* (melancia de mesa), usada na alimentação humana e *C. lanatus* var. *citroides* (melancia forrageira), utilizada em conservas, pickles e alimentação animal no Nordeste brasileiro. Além da espécie cultivada, no gênero *Citrullus* inclui-se a espécie *C. colocynthis* que é uma espécie importante como fonte de genes para o melhoramento da melancia de mesa (ALMEIDA, 2003).

A *C. lanatus* foi introduzida no Brasil, por decorrência do tráfico de escravos, (SILVA, 2004), sendo que os mais antigos registros da melancia no Brasil foram feitos por artistas da corte de Nassau (1637-1644), durante o domínio holandês em Pernambuco, Franz Post e Albert Eckhout. Seus retratos, representados por telas e tapeçarias de paisagens, frutas brasileiras nativas e introduzidas, retrata a presença da melancia no Estado de Pernambuco, inicialmente, em Olinda (ROMÃO, 1995), são as fortes evidências de que a melancia veio da África com os escravos, já que a maior parte deles realizavam o cultivo da melancia em sua terra natal.

A melancia é uma planta herbácea, de ciclo anual que varia de 40 a 80 dias após o semeio, dependendo das condições ambientais e do cultivar utilizada. Possui hábito de crescimento rasteiro, várias ramificações, que podem alcançar até cinco metros de comprimento, com presença de gavinhas. O sistema radicular é extenso, mas superficial,

com predomínio de raízes nos primeiros 60 cm do solo e as folhas são do tipo lobadas (FILGUEIRA, 2003).

O formato dos frutos da melancia pode ser arredondado, oblongo ou alongado, podendo ter 60 cm de comprimento. A casca é espessa e a polpa é normalmente vermelha, entretanto, há variabilidade para as cores amarela, laranja, branca ou verde. As diferentes pigmentações da cor da polpa são condicionadas pelos carotenos licopeno e  $\beta$  caroteno, que exercem capacidade antioxidante e que combate radicais livres. É também fonte do composto citrulina precursor da arginina, que tem papel indispensável na divisão celular (DIAS e RESENDE 2010). O fruto é rico em água e possui também vitaminas C e do complexo B, suas sementes são muito consumidas em diversas regiões da Ásia, especialmente, na Índia para produção de pães e são consumidas torradas em países do Médio Oriente, (ALMEIDA, 2003).

## **2.2. Sistema reprodutivo da melancia**

A melancia é uma espécie alógama com polinização realizada por insetos, e apresenta 95% de taxa de cruzamento (FERREIRA et al., 2006). Em relação à biologia floral, as plantas podem ser monoicas, quando possuem flores femininas e masculinas na mesma planta, ou andromonoica, quando possuem flores masculinas e hermafroditas na mesma planta (Figura 1). As plantas andromonoicas ocorrem em 5% das variedades comerciais (NASCIMENTO et al., 2011; DIAS et al., 2013).



Fotos: Ronny Elisson Ribeiro Cavalcante

**Figura 1.** Tipos de plantas quanto à expressão sexual ('a' monoica e 'b' andromonoica) em melancia (*Citrullus lanatus*)

Tanto as flores masculinas, quanto as femininas da melancia apresentam cinco pétalas fundidas na base, de coloração amarelada. A flor masculina, apresenta estames separados, contornando o nectário floral e localizam-se na base da corola, no centro da flor e são de fácil acesso aos visitantes florais (STANGHELLINI et al., 2002). Cada estame é formado por um filete que sustenta a antera e possuem uma pequena abertura, por onde são liberados os grãos de pólen (Figura 2).



Foto: Ronny Elisson Ribeiro Cavalcante

**Figura 2.** Pétalas e estames da flor masculina de melancia (*Citrullus lanatus*)

A abertura das anteras e a liberação dos grãos de pólen ocorrem antes mesmo da abertura das flores, porém, estes continuam aderidos às anteras até que sejam removidos

pelos visitantes florais (DELAPLANE e MAYER, 2000). As flores abrem entre uma a duas horas após o aparecimento do sol e se fecham no mesmo dia à tarde, tendo ou não ocorrido polinização. Em cada flor são produzidos de 26 a 37 mil grãos de pólen (STANGHELLINI et al., 2002), sendo que para o desenvolvimento de um fruto perfeito é necessário a deposição de pelo menos 1.000 grãos de pólen no estigma (DIAS e RESENDE, 2010).

### **2.3. Melhoramento genético da melancia**

Por ser uma espécie de grande importância nutricional e econômica, os programas de melhoramento da melancia visam desenvolver variedades e híbridos comerciais para satisfação dos mais diversificados mercados (QUEIRÓZ e SOUZA, 1999). O principal objetivo dos programas de melhoramento, geralmente, tem sido o aumento da produtividade e da qualidade dos frutos. Além disso busca-se também maior precocidade, resistência a doenças entre outras características de importância agrônômica.

No entanto, assim como ocorre com a maioria das culturas, as fases do melhoramento da melancia até se obter o genótipo melhorado é um processo laborioso e demorado que exige um investimento financeiro a longo prazo e mão de obra qualificada (GAMA, 2015). No caso da produção e comercialização de sementes híbridas, o preço de mercado é mais alto quando comparado com sementes de variedades de polinização aberta. Por outro lado, o investimento destinado ao cultivo de genótipos melhorados é mais rentável, devido à alta produtividade desses genótipos, o que normalmente assegura retorno financeiro satisfatório aos produtores.

Dentre as cultivares e híbridos desenvolvidos a longo tempo, destacam-se a cultivar BRS Opara, desenvolvida pela a Embrapa Semiárido, resistente ao oídio, uma doença



que ataca a planta, acelerando seu envelhecimento, encurtando seu período de produção, reduzindo o tamanho e a quantidade das melancias no campo, acarretando frutos com sabor menos adocicado e, portanto, com valor comercial mais baixo (DIAS et al., 2007). Enquanto que o desenvolvimento de híbridos, a exemplo Starbrite, Jetstream e Top Gun, desenvolvidos por empresas privadas, apresentam uniformidade no plantio, cor de polpa vermelho intenso, alto teor de açúcares totais e resistência ao transporte (DIAS et al., 2007).

#### **2.4. Divergência genética**

O estudo de diversidade dos genótipos disponíveis é a etapa inicial para a condução eficiente de um programa de melhoramento genético, pois tal informação dá suporte ao melhorista quanto a escolha dos cruzamentos a serem realizados (OLIVEIRA et al., 1996). Os programas de melhoramento genético utilizam a variabilidade genética disponível, buscando indivíduos superiores dentro das populações segregantes, contudo, é necessário o conhecimento prévio do germoplasma a ser utilizado.

Para o estudo da divergência genética, emprega-se mais, frequentemente, os procedimentos que utilizam técnicas multivariadas como análise por componentes principais, por variáveis canônicas, análise de fatores, de agrupamento e a distância generalizada de Mahalanobis (CRUZ e REGAZZI, 1994).

Para tanto, as avaliações, normalmente, são feitas sobre um conjunto de características que combinam as diversas informações contidas na parcela experimental, gerando subsídio para seleção de materiais promissores, tendo como base a contribuição e a importância relativa das características para o total da variância existente entre as populações (MACHADO et al., 2000).

São escassos estudos de diversidade, em que foram empregados análise multivariada, para o germoplasma da melancia. Silva et al. (2007), estudaram a diversidade genética entre acessos coletados em três Regiões do Estado da Bahia, relataram que 11 dos 13 descritores, com base na análise de variância, apresentaram diferenças significativas. Os autores indicaram a existência de variabilidade entre os acessos avaliados. Concluíram, ainda, que a variabilidade genética da melancia estava distribuída dentro e entre os acessos coletados.

Oliveira et al. (2008) estudaram a diversidade em acessos coletados em quatro municípios do Rio Grande do Norte e observaram a formação de dois grupos pelo critério de Tocher e pelo método UPGMA. O primeiro, constituído pelo cultivar 'Crimson Sweet' e o segundo pelos demais acessos avaliados. E concluíram que o peso médio do fruto foi a característica que mais contribuiu para a discriminação dos grupos. Assim, Silva et al. (2007) e Oliveira et al. (2008) relataram a existência de genótipos contrastantes armazenados em BAGs para a cultura da melancia, o que assegura a exploração dessa variabilidade nos programas de melhoramento para a espécie.

## **2.5. Cruzamento dialélico**

Quando são realizados todos os cruzamentos possíveis, entre um conjunto de  $p$  materiais (variedades, linhagens ou cultivares), originando  $p^2$  genótipos, podendo ou não, ser incluídos os genitores, híbridos  $F_1$ 's e híbridos  $F_1$ 's recíprocos, o esquema é denominado de cruzamento dialélico (MIRANDA FILHO e GORGULHO, 2001).

A metodologia de análise dialélica tem por finalidade identificar genitores e combinações híbridas promissoras para uso nos programas de melhoramento genético das espécies, por meio da inferência da capacidade combinatória entre as linhagens, cultivares ou variedades em cruzamento, buscando identificar o potencial dos genótipos

(GERALDI e MIRANDA FILHO, 1988). A análise dialélica também permite conhecer os efeitos gênicos (aditivos ou não-aditivos) presentes na expressão de uma característica selecionada (CRUZ et al., 2012).

Segundo Cruz et al. (2012), entre as metodologias mais frequentemente, utilizadas para realizar a análise dialélica, destacam-se a proposta por Griffing (1956), pela qual são estimados os efeitos e as somas de quadrados de efeitos da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação; a metodologia proposta por Gardner e Eberhat (1966), na qual são avaliados os efeitos de variedades e heterose varietal; e a proposta por Hayman (1954), que dá informações sobre o mecanismo básico de herança do caráter em estudo, dos valores genéticos dos genitores utilizados e do limite de seleção.

A metodologia proposta por Griffing (1956), apresenta oito diferentes tipos de análises, tendo como base dois modelos; o fixo (quando o material experimental escolhido tem os resultados restritos, apenas, ao material utilizado) e o aleatório (quando o material é constituído por uma amostra ao acaso da população), e quatro métodos experimentais: o método 1 inclui os genitores, os híbridos  $F_1$ 's e os  $F_1$ 's recíprocos; o método 2 inclui os genitores e os híbridos  $F_1$ 's; o método 3 apenas os híbridos  $F_1$ 's e os recíprocos, enquanto que o método 4 inclui somente os híbridos  $F_1$ 's.

Essas metodologias podem ser empregadas em genitores com qualquer nível de endogamia e além de fornecerem informações sobre a capacidade geral e específica de combinação, o método 1 de Griffing (1956) possibilita o conhecimento sobre os efeitos recíprocos (ER).

### **2.5.1. Capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação**

A capacidade de combinação diz respeito ao desempenho de linhagens, cultivares ou variedades, quando são utilizadas em combinações híbridas em um ou em vários

sentidos, onde os resultados podem ser positivos ou negativos, podendo ser estudada na forma de CGC e CEC.

A CGC se refere ao desempenho médio de um genitor em uma série de combinações híbridas e está associada aos efeitos aditivos dos alelos e às ações epistáticas do tipo aditiva (VENCOVSK e BARRIGA, 1992). Enquanto que a CEC é usada para estimar os desvios do comportamento de um híbrido em relação ao esperado com base na CGC, estando associado aos efeitos de dominância e epistasia (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992; CRUZ et al., 2012).

Segundo Singh e Chaudhry (1985), o ideal é empregar os componentes quadráticos dos efeitos da CGC e da CEC para identificar o tipo de herança envolvido no controle das características, visto que, nem sempre o quadrado médio da CGC maior que o da CEC indica a prevalência da ação gênica do tipo aditiva. O melhor híbrido é aquele que apresenta maior valor para a CEC, em que um dos genitores apresente maior valor para CGC, assim como que a divergência genética seja satisfatória em relação ao genótipo com o qual está sendo cruzado (CRUZ e VENCOVSKY, 1989). Porém, nem sempre dois genitores de alta CGC quando cruzados, originam o melhor híbrido do dialelo.

Para o estudo da CGC e da CEC em melancia tem sido empregado o cruzamento dialélico, Ferreira et al. (2002) relataram valores elevados dos componentes quadráticos da CGC, para a maioria das características estudadas, evidenciando efeito gênico de aditividade, porém o aparecimento da primeira flor feminina e número de sementes por fruto apresentaram valores elevados para a CEC, traduzindo o efeito da ação gênica não-aditiva.

Enquanto que Souza et al. (2013) estudando dois grupos de genitores, relataram a ocorrência de efeito gênico aditivo no primeiro grupo, apenas, para comprimento da

semente, enquanto que no segundo grupo para diâmetro longitudinal do fruto, massa do fruto e comprimento e largura da semente, enquanto que efeito gênico não-aditivo foram expressos para massa de frutos, número de sementes e número de frutos por planta.

### **2.5.2. Efeitos recíprocos**

Segundo Ramalho et al. (2008) existem dois mecanismos que explicam os efeitos recíprocos; o efeito materno e a herança extracromossômica. No efeito materno a herança de determinada característica é controlada por genes nucleares da mãe, responsáveis por condições do citoplasma do óvulo, enquanto que a herança extracromossômica é controlada exclusivamente por genes citoplasmáticos, presentes nas mitocôndrias e cloroplastos dos genitores femininos.

Em ambos os casos, os fenótipos expressos pelos descendentes dos cruzamentos recíprocos são herdados do genitor feminino. Para identificar qual dos mecanismos estão ocasionando os efeitos recíprocos Ramalho et al. (2008) sugere o emprego de cruzamentos recíprocos

Informações a respeito dos efeitos recíprocos em melancia são relatados por Souza et al. (2004), onde demonstraram a ocorrência de valores significativos entre os genitores com relação as características; número de dias para o aparecimento da primeira flor masculina e feminina, número de nós para o surgimento da primeira flor feminina, número de frutos por planta, peso médio de fruto, e produção por planta em quilograma. Indicando que a herança extracromossômica ou os efeitos maternos poderiam estar envolvidos no controle gênico desses caracteres.

## 2.6. Heterose

A partir da década de 1990 a utilização de híbridos comerciais de melancia no Brasil tem sido comum, principalmente por proporcionar maior produtividade, uniformidade e melhor qualidade dos frutos (VIGGIANO, 1994). Esses atributos devem se a heterose (vigor híbrido) manifestado nas gerações heteróticas, oriunda do cruzamento entre indivíduos geneticamente contrastantes (MELO, 1987).

Segundo Falconer (1987), pode-se definir o vigor híbrido pela expressão:  $h = \bar{F}_1 - (\bar{P}_1 + \bar{P}_2)/2$ , em que  $\bar{F}_1$  é a média da geração filial e  $\bar{P}_1$  e  $\bar{P}_2$  são as médias dos genitores 1 e 2, respectivamente. Ocorre a manifestação da heterose quando a média fenotípica estimada no híbrido for maior (heterose positiva) ou menor (heterose negativa) do que a média dos genitores. A presença da heterose indica a existência de divergência genética entre os genitores. A heterose pode ser classificada de três maneiras: quando se realiza o cálculo da heterose pela diferença no valor do  $F_1$  menos a média dos dois pais denomina-se de heterose tradicional, quando calculada em relação o genitor superior denomina-se de heterobeltiose; enquanto que ao ser utilizado uma cultivar padrão denomina-se de heterose padrão.

Em hortaliças tem se explorado a heterose em espécies alógamas como melão, abóbora, cenoura, cebola, pepino, melancia entre outras. No caso da melancia, Souza et al. (2006) estudaram a heterose entre três linhagens e três cultivares para cinco características, os quais, apenas, uma das combinações híbridas apresentou os efeitos heteróticos satisfatórios, mostrando-se mais promissor entre as combinações. Santos et al. (2014), estudaram oito características e também encontraram apenas uma combinação híbrida, com efeito heterótico satisfatório para sete das oito características estudadas.

## 2.7. Referências bibliográficas

- ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. de L. e; ÁVIL, M. R.; SAYURISUZUKI, L.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 865-873, 2008.
- ALMEIDA, D. P. F. **Cultura da melancia**. Porto: Universidade do Porto, 2003. 16 p. Disponível em: <<http://dalmeida.com/hortnet/Melancia.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2017.
- ALVES, J. S.; LEDO, C. A. da S.; SILVA, S. de O.; PEREIRA, V. M.; SILVEIRA, D. de C. Divergência genética entre genótipos de bananeira no estado do Rio de Janeiro. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 24, n. 2, p. 116-122, 2012.
- BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. de C.; FIDELIS, R. R.; CRUZ, C. D.; REIS, M. S. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja avaliados no Estado do Mato Grosso. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 3, p. 359-366, 2010.
- CEOLIN, A. C. G. VIDIGAL, M. C. G.; VIDIGAL FILHO, P. S.; KVITSCHAL, M. V.; GONELA, A.; SCAPIM, C. A. Genetic divergence of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) group carioca using morphoagronomic traits by multivariate analyses. **Hereditas**, Lund, v. 144, n. 1, p. 1-9, 2007.
- COSTA, M. N.; PEREIRA, W. E.; BRUNO, R. de L. A.; FREIRE, E. C.; NÓBREGA, M. B. de M.; MILANI, M.; OLIVEIRA, A. P. Divergência genética entre acessos e cultivares de mamoneira por meio de estatística multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 11, p. 1617-1622, 2006.
- CRUZ, C. D.; CARVALHO, S. P. de.; VENCOSKY, R. Estudos sobre divergência genética II. Eficiência de perda do comportamento de híbridos com base na divergência de progenitores. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 41, n. 234, p. 183-190, 1994.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2012, 514 p.
- CRUZ, C. D.; VENCOSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 2, p. 425-438, 1989.
- DELAPLANE, K. S.; DAG, A.; DANKA, R. G.; FREITAS, B. M.; GARIBALDI, L. A.; GOODWIN, R. M.; HORMAZA, J. I. Standard methods for pollination research with *Apis mellifera*. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 52, n. 4, p. 1-28, 2003.
- DIAS, R. C. S.; CORREIA, R. C.; ARAÚJO, J. L. P. **Sistema de produção de melancia: exportação: mercado potencial para a melancia**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. (Embrapa Semiárido. Sistema de Produção, 6). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/mercado.htm>>. Acesso em: 27 dez. 2016.
- DIAS, R. de C. S.; QUEIROZ, M. A. de. Embrapa de Petrolina lança 1a. melancia resistente ao oídio. **Jornal da Fruta**. Lages, v. 15, n. 19, p. 1-2, 2007.
- DIAS, R. de C. S.; RESENDE, G. M. Socioeconomia. In: DIAS, R. de C. S.; RESENDE, G. M. (Ed.). **Sistema de produção de melancia**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. (Embrapa Semiárido. Sistemas de Produção, 6). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia>>.

embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/socioeconomia.htm>. Acesso em: 27 dez. 2016.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1987, 279 p.

FERREIRA, M. A. J da F.; BRAZ, L. T.; QUEIROZ, M. A.; CHURATA-MASCA M. G. C.; VENCOVSKY, R. Capacidade de combinação em sete populações de melancia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 37, n. 7, p. 963-970, 2002.

FERREIRA, M. A. J da F.; VENCOVSKY, R.; QUEIRÓZ, M. A. de.; BORGES, R. M. E. Depressão endogâmica em uma população de melancia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2006. p.1-4. Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/9077/1/OPB961.pdf>>. Acesso em: 27 dez. 2016.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2ed. Viçosa: UFV, 2003, 458 p.

GAMA, F. C.; VIZA, R. Uso culinário. In: NETO, C. R.; TEIXEIRA, C. A. D.; FERNANDES, C. F.; GAMA, F. de C.; SOUZA, F. de F.; FRANDERSON, J. E.; COSTA, J. N. M.; QUEIRÓZ, M. A. de; DIAS, R. de C.; VIZA, R.; HOLANDA FILHO, Z. F. ed. **Cultivo da melancia em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008, p. 96-103.

GAMA, R. N. C. de S. **Marcadores microssatélites ligados a locus de resistência ao oídio e ao padrão externo de frutos de melancia**. 2015, 91 f. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2015.

GARDNER, C. O.; EBERHART, S. A. Analysis and interpretation of variety crossdiallel and related populations. **Biometrics**, Raleigh, v. 22, n. 1, p. 439-452, 1966.

GERALDI, I. O.; MIRANDA FILHO, J. B de. Adapted models for the analysis of combining ability of varieties in partial diallel crosses. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 11, n. 2, p. 419-430, 1988.

GRIFFING, B. A. Generalised treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. **Journal of Heredity**, Washington, v. 10, n. 1, p. 463-493, 1956.

HAYMAN, B. I. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics**, Bethesda, v. 39, n. 1, p. 767-788, 1954.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes/SIDRA**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/atalogo?view=detalhes&id=766>>. Acesso em: 30 dez. de 2016.

MACHADO, C. F.; SANTOS, J. B. dos.; NUNES, G. H. de S. Escolha de genitores de feijoeiro por meio da divergência baseada em caracteres morfo-agronômicos. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 11-20, 2000.

MELO, P. C. T. **Heterose e capacidade combinatória em um cruzamento dialélico parcial entre seis cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)**. 1987, 108 f.



Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1987.

MIRANDA FILHO, J. B.; GORGULHO, E. P. Cruzamentos com testadores e dialelos. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 649-671.

MOHR, H. C. Watermelon breeding. In: BASSET, M. J. **Breeding vegetables crops**, Westport: Avi, 1986. p. 33-66.

NASCIMENTO, I. R.; SANTOS, L. B.; SANTOS, G. R.; ERASMO, E. A. L. Taxonomia e sistemática, centro de origem e morfologia da melancia. In: SANTOS, G. R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologias para produção sustentável da melancia no Brasil**. Gurupi: Universidade Federal do Tocantins, 2011. p. 11-18.

OLIVEIRA, A. R.; NUNES, G. H. de S.; OLIVEIRA, D. A. de; GUIMARÃES, I. P. Divergência genética entre acessos de melancia coletados no Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v. 3, n. 3, p. 213-217, 2008.

OLIVEIRA, L. B.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de F. Alternative procedures for parent choice in a breeding program for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v. 19, n. 4, p. 611-615, 1996.

QUEIROZ, M. A. de.; SOUZA, F. de F. Melhoramento de melancia para diferentes padrões de frutos e teor de açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38., 1998, Petrolina. **Anais...** Petrolina, PE: Sociedade Brasileira de Olericultura, 1999. p.1-5. Disponível em: <  
<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/132956>>. Acesso em: 27 dez. 2016.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. 4ed. Lavras: UFLA, 2008, 464 p.

ROMÃO, R. L. **Dinâmica evolutiva e variabilidade de populações de melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsuma & Nakai] em três regiões do Nordeste Brasileiro**. 1995, 71 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), ESALQ, USP, Piracicaba.

SANTOS, R. M.; FERREIRA, M. A. J.; MELO, N. F. de; SANTOS, R.; COSTA, E.; MENDONÇA, P.; SILVA, V.; ARAÚJO, L.; NASCIMENTO, T.; AQUINO, D. Efeito heterótico em *Citrullus lanatus* var. *citroides*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 3., 2014, Santos. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2014. p.31-32. Disponível em: <  
[ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114824/1/Natoniel-1.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114824/1/Natoniel-1.pdf)>. Acesso em: 02 fev. 2016.

SILVA, M. L. da; QUEIRÓZ, M. A. de; FERREIRA, M. A. J. da F.; ARAGÃO, C. A. Variabilidade genética de acessos de melancia coletados em três regiões do Estado da Bahia. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 4, p. 93-100, 2007.

SILVA, M. L. da. **Caracterização morfológica e molecular de acessos de melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai]**. 2004, 72 f. Dissertação (Mestrado em genética) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

SINGH, R. K.; CHAUDHARY, B. D. **Biometrical methods in quantitative genetics analysis**. Índia: Kalyani Publishers, 1985, 318 p.

SOUSA, R. de B. **Estudo de herança da resistência ao crestamento gomoso do caule em melancia**. 2013, 35 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2013.

SOUZA, F. de F. Cultivares. In: NETO, C. R.; TEIXEIRA, C. A. D.; FERNANDES, C. F.; GAMA, F. de C.; SOUZA, F. de F.; FRANDERSON, J. E.; COSTA, J. N. M.; QUEIRÓZ, M. A. de; DIAS, R. de C.; VIZA, R.; HOLANDA FILHO, Z. F. ed. **Cultivo da melancia em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008, p. 34-44.

SOUZA, F. de F.; GAMA, F. C.; QUEIRÓZ, M. A. Análise da capacidade de combinação em cruzamentos dialélicos de três genótipos de melancia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 789-793, 2004.

SOUZA, F. de F.; SOUZA, E. B. A. de.; SILVA, A. C. G. da.; NEVES, L. R. de S.; DIAS, R. de C. S.; QUEIRÓZ, M. A. de. Estudo de herança do tamanho da semente em melancia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 46., 2006, Goiânia. **Anais...** Porto Velho: RO: Horticultura Brasileira, 2006. p.1613-1616. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/62665/1/46-Congres.-Olericultura-32-2006-0001.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2016.

SOUZA, F. F.; DIAS, R. C. S.; QUEIRÓZ, M. A. Capacidade de combinação de linhagens avançadas e cultivares comerciais de melancia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 595-601, 2013.

STANGHELLINI, M. S.; SCHULTHEIS, J. R.; AMBROSE, J. T. Pollen mobilization in selected cucurbits and the positive effects on the abundance of pollination on pollen depletion rates. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 127, n. 5, p. 729-736, 2002.

VENKOVISK, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992, 496 p.

VIEIRA, J. V.; ÁVILA, A. C. de. Melhoramento genético de melancia para resistência a vírus: Avanços e Limitações. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 47., 2007, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: Associação Brasileira de Horticultura, 2007. p. 1-4. Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev\\_1/CURC14.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_1/CURC14.pdf)>. Acesso em: 05 jan. 2017.

VIGGIANO, J. Hortaliças: cultivares e sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 170-175, 1994.

WHITAKER, T. W.; DAVIS, G. N. **Cucurbits**: botany, cultivation, and utilization. London: L. Hill, 1962. 250 p.

## **CAPÍTULO II**

---

### **DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM GENÓTIPOS DE MELANCIA DA COLEÇÃO DE TRABALHO DA EMBRAPA SEMIÁRIDO**

## **Divergência genética em genótipos de melancia da coleção de trabalho da**

### **Embrapa Semiárido**

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo estimar a divergência genética entre genótipos de melancia [*Citrullus lanatus* (thunb.) Matsum & Nakai], que fazem parte da coleção de trabalho da Embrapa Semiárido, em Petrolina-PE. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. As avaliações foram realizadas com base em 20 caracteres. A dissimilaridades entre os genótipos foi obtida pela distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2_{ii}$ ) e o coeficiente de correlação cofenético foi usado para verificar a consistência do agrupamento obtido pelo método UPGMA. Foi estimada a importância dos caracteres para a diversidade, pela análise multivariada. As análises foram realizadas com o auxílio do software GENES, com exceção do coeficiente de correlação cofenético e o dendrograma que foram gerados utilizando o software NTSYS. Os genótipos avaliados são divergentes, traduzindo potencial para uso nos programas de melhoramento para a cultura no desenvolvimento de novos genótipos comerciais com diferentes cores de polpa e tamanho de fruto. Com o dendrograma de dissimilaridade originado aos genótipos, os mesmos foram separados em dois grupos. A análise da dispersão dos genótipos baseada nas duas primeiras variáveis canônicas permitiu verificar que os genótipos mais divergentes foram 'CHG' e 'SOL', sendo que este último se apresentou próximo aos genótipos 'ORA' e 'KOD'. Além disso, é possível verificar que os grupos formados pela as análises de dispersão foram concordantes com aqueles obtidos pela técnica de agrupamento (UPGMA). Os descritores empregados para a discriminação dos genótipos mostram-se eficientes. Os métodos de análise multivariada para o estudo de diversidade genética nos genótipos estudados com base em caracteres morfológicos foram concordantes entre si.

**Palavras-chave:** *Citrullus lanatus*, variabilidade genética, recombinação.

### **Genetic diversity in watermelon genotypes from the Embrapa Semiarid work collection**

**ABSTRACT:** The present work aimed to estimate the genetic divergence between watermelon genotypes [*Citrullus lanatus* (thunb.) Matsum & Nakai], which are part of the work collection at Embrapa Semiarido in Petrolina-PE. The experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications. The evaluations were carried out based on 20 characters. The dissimilarities among the genotypes were obtained by the generalized distance of Mahalanobis ( $D^2_{ii}$ ) and the cophenetic correlation coefficient was used to verify the consistency of the grouping obtained by the UPGMA method. The importance of characters for diversity was estimated by multivariate analysis. The evaluations were performed using GENES software, except to the cophenetic correlation coefficient and the dendrogram that were set up adopting the NTSYS software. The genotypes evaluated are distinct, showing potential for use in breeding programs for the development of new commercial genotypes with different pulp and fruit size colors. The dendrogram of dissimilarity created from the genotypes, were separated into two groups. Dispersion analysis of the genotypes based on the first two canonical variables led to certify that the most

divergent genotypes were 'CHG' and 'SOL', the last being close to genotypes 'ORA' and 'KOD'. In addition, it can be seen that the groups formed by dispersion analyzes agreed with those achieved by grouping methods (UPGMA). Descriptors used to discriminate the genotypes demonstrated to be efficient. The study of characteristics for the methods of multivariate analysis for the study of genetic diversity in genotypes, were in agreement among themselves.

**Key words:** *Citrullus lanatus*, genetic variability, recombination

## INTRODUÇÃO

A melancia [*Citrullus lanatus* (thunb.) Matsum & Nakai] possui grande importância social e econômica no Brasil (RAMOS et al., 2012) e destaca-se pelo uso na dieta alimentar dos consumidores, devido as propriedades nutricionais, o fácil consumo, e o baixo teor calórico (GAMA e VIZA, 2008). No ano agrícola de 2015 o Brasil foi o quarto colocado no ranking mundial de produção de melancia com produção de 2.119.599 t em área cultivada de 97.910 ha (IBGE, 2016).

No entanto, grande parte da produtividade brasileira de melancia decorre de poucas cultivares. Além disso, a maioria das cultivares são bastante aparentadas (SOUZA, 2008), o que causa o estreitamento da base genética da espécie no país, fator que pode tornar a cultura vulnerável a pragas e patógenos além dificultar a obtenção de ganhos genéticos nos programas de melhoramento genético da cultura. Como alternativa para amenizar tais limitações os recursos genéticos armazenados nos Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs) possuem acessos com importantes fontes de variabilidade genética, que podem ser explorados nos programas de melhoramento genético.

Entretanto é de fundamental importância a caracterização desses recursos genéticos visando adequada exploração. A avaliação e caracterização de acessos geram informações que podem auxiliar na escolha correta dos melhores genótipos a serem utilizados nos programas de hibridação (ALVES et al. 2012; COSTA et al. 2006). O

conhecimento da herança dos caracteres e a base genética dos parentais, que podem ser estimados em estudos de divergência genética, também é de grande importância para se obter êxito nos programas de melhoramento genético (ALBRECHT et al., 2008; BARROS et al., 2010; CEOLIN et al., 2007).

No estudo da divergência genética, alguns métodos de análise multivariada podem ser utilizados, como o de componentes principais, por variáveis canônicas e os métodos aglomerativos. Por outro lado, a escolha do método, para avaliação da diversidade genética, deve levar em consideração a precisão desejada, a fácil interpretação dos resultados e a metodologia com que os dados são obtidos (CRUZ et al., 2012).

O estudo de diversidade genética permite, entre outros aspectos, identificar parentais que resultem em combinações híbridas de maior efeito heterótico e maior heterozigose, possibilitando gerar indivíduos transgressivos nas populações segregantes (LEÃO et al., 2010). Geralmente, a busca por esses parentais está ligada aos objetivos específicos dos programas de melhoramento.

No ano de 2002, a Embrapa Rondônia em parceria com a Embrapa Semiárido iniciou o programa de melhoramento da melancia, tendo como objetivos o desenvolvimento de genótipos para atender os mais diversificados mercados (SOUZA, 2008). Possivelmente em busca da redução no preço de mercado dessas sementes e competir, inicialmente, no mercado interno com os frutos sem sementes e futuramente exportar. Com isso, a caracterização e avaliação de germoplasma, buscando identificar novas fontes de genes em condições ambientais específicas são ações importantes para o gerenciamento de bancos de germoplasma, bem como para a seleção de genótipos adaptados, com características que lhes permitam a incorporação em programas de melhoramento genético (BATISTA et al., 2015).

Mediante o exposto o presente trabalho teve por objetivo avaliar a divergência genética entre genótipos de melancia da coleção de trabalho da Embrapa Semiárido, buscando identificar novas fontes de variabilidade genética para exploração nos programas de melhoramento da melancia.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram avaliados seis genótipos de melancia (Tabela 1) em experimento conduzido na estação experimental da Embrapa Semiárido, localizado no perímetro irrigado do projeto Bebedouro, no município de Petrolina-PE, (9°7'56''S/40°17'59.57''W), no período entre janeiro e março de 2016.

As sementes dos seis genótipos foram germinadas em bandejas de poliestileno expandido, e as mudas foram transplantadas 15 dias após a semeadura. Foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso com três repetições. Cada parcela foi constituída por uma fileira de cinco plantas espaçadas de 2,5 m entre fileiras e 1,0 m entre plantas. O experimento foi irrigado utilizando-se o método de gotejamento. Para adubação, foram utilizados 116,66 g de superfosfato simples, 15,56 g de cloreto de potássio e 19,43 g de ureia por cova. Foram realizadas duas colheitas, a partir de 56 e 72 dias após o plantio, respectivamente, devido ao ciclo precoce e tardio de amadurecimento de frutos nos genótipos.

Os genótipos foram avaliadas considerando os caracteres mais importantes para o melhoramento genético da melancia, a saber: comprimento de rama principal (CRP); dias para antese de flor masculina (AFM) e feminina (AFF) (dias para o surgimento da 1ª flor); massa de fruto (MF); teor de sólidos solúveis na região central (TSRC); comprimento (CFR) e largura (LFR) de fruto; relação do comprimento e largura do fruto (CFR/LFR); espessura média da casca (EMDC); firmeza da polpa (FP), cor da

polpa, conforme Souza et al. (2014),; comprimento (CS) e largura (LS) de semente; relação do comprimento largura (CS/LS) de semente; massa de semente (MS); espessura de semente (ES); número de frutos por planta (NFP), obtido do número de frutos colhidos dividido pelo número de plantas sobreviventes na parcela; e produtividade (PROD), com base na área útil da parcela.

**Tabela 1.** Procedências e principais características dos genótipos de melancia avaliados.

Genótipos	Procedências	Principais características
JNY	Holanda – NED	Ciclo precoce, prolífica, frutos redondos, listrados, de polpa vermelha, alto teor de sólidos solúveis e semente muito pequena.
ORA	Estados Unidos – EUA	Ciclo tardio, pouco prolífica, frutos redondos, listrados, de polpa laranja, alto teor de sólidos solúveis e semente grande.
KOD	Japão – JPN	Ciclo precoce, prolífica, frutos redondos, listrados, de polpa amarelo claro, alto teor de sólidos solúveis e semente pequena.
SOL	Brasil – BRA	Ciclo muito precoce, prolífica, a frutos redondos, listrados, de polpa amarelo canário, alto teor de sólidos solúveis e semente intermediária.
CHG	Estados Unidos – EUA	Ciclo tardio, pouco prolífica, frutos compridos, sem listras, polpa de cor rósea com alto teor de sólidos solúveis e semente grande.
PEA	Estados Unidos – EUA	Ciclo tardio, pouco prolífica, frutos oblongos, sem listras, cor de polpa velho médio com alto teor de sólidos solúveis e semente média.

Os dados foram submetidos à análise de variância, em seguida foram estimados parâmetros genéticos. Em seguida, empregaram-se as análises multivariadas, com o objetivo de agrupar os genótipos mais similares, utilizando-se o método hierárquico UPGMA com base na distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2_{ii}$ ), e a análise por variáveis canônicas. A importância relativa dos caracteres para a diversidade observada foi estimada pelo método de Singh (1981).

Na análise de variáveis canônicas, a diversidade genética foi representada por meio do gráfico de dispersão, sendo os eixos do gráfico as duas primeiras variáveis canônicas



(CRUZ et al., 2012). Os dados foram analisados utilizando-se o software Genes (CRUZ, 2013), com exceção do dendrograma e do coeficiente de correlação cofenética (CCC), que foram gerados utilizando o software NTSYS (ROLF, 1998).

## **RESULTADO E DISCUSSÃO**

Os quadrados médios obtidos da análise de variância para as 20 características estudadas apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os genótipos de melancia, para a maioria dos caracteres avaliados, com exceção do comprimento de rama principal (Tabela 2). Esses resultados evidenciam a existência de variabilidade genética entre os genótipos avaliados e que os descritores empregados foram eficientes para se estudar os diferentes graus de discriminação dos genótipos.

Os resultados indicam também que entre os genótipos no presente estudo há variabilidade que permite desenvolver variedades precoces, com peso de frutos variados, com cor de polpa amarela, e de sementes pequenas.

Os baixos valores dos coeficientes de variação, que variaram de 1,76% a 17,31%, para maioria dos caracteres, esses resultados evidenciam satisfatória precisão experimental (Tabela 2). Apenas para a produtividade se mostrou o mais elevado, com 29,67%, o que já era de se esperar por se tratar de um caráter complexo, poligênico, que sofre maior influência do ambiente e por haver valor similar na literatura (27,89%) obtido por Oliveira et al. (2008).

Quanto aos parâmetros genéticos, os valores de herdabilidade (H%) foram altos para todas as características estudadas, variando de 61,82% a 99,66%. Souza et al. (2014) ao empregarem, parcialmente, os mesmos descritores, encontraram para a herdabilidade dos caracteres massa de fruto (20,22%), teor de sólidos solúveis (73,19%), diâmetro lateral de fruto (4,49%), diâmetro transversal de fruto (42,57%) e espessura da casca

(50,64%) valores inferiores aos encontrados no presente estudo, possivelmente devido á melhor acurácia observada neste.

Para a relação do CVg/CVe os valores obtidos no presente trabalho foram acima de um (Tabela 2), para todos os caracteres com exceção do comprimento de rama e a produtividade que apresentaram valores de 0,73% e 0,96%, respectivamente. Segundo Vencovsky (1987), o ganho na seleção é altamente favorável quando a relação CVg/CVe se aproxima ou é maior que 1,0 e a variação genética superior a variação ambiental. No presente estudo, as informações da relação do CVg/CVe indicam que a recombinação entre os genótipos avaliados pode garantir uma maior chance de sucesso dentro dos programas de melhoramento, no desenvolvimento de novos híbridos.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância e estimação de parâmetros genéticos em genótipos de melancia.

<sup>(1)</sup> variáveis	<sup>(2)</sup> QMT	Média	CV (%)	CVg (%)	CVg/CVe	H (%)
CRP (m)	0,08ns	2,14	8,00	5,88	0,73	61,82
AFM (dias)	55,17**	36,50	3,28	11,59	3,53	97,40
AFF (dias)	67,16**	42,56	1,80	11,07	6,14	99,12
MF (kg)	5,96**	4,98	10,71	27,63	2,58	95,23
TSS (°Brix)	3,34**	9,80	7,74	9,80	1,27	82,80
CF (cm)	119,46**	26,71	2,37	23,59	9,95	99,66
LF (cm)	7,57**	20,50	3,86	7,42	1,92	91,75
CF/LF	0,29**	1,31	4,56	23,49	5,15	98,76
EMC (cm)	0,14**	0,96	6,33	21,97	3,47	97,30
FP (%)	72862,24**	497,89	14,01	30,24	2,16	93,33
CPL*	234,56**	56,95	8,70	14,69	1,69	89,55
CPC*	71,56**	32,22	10,82	13,81	1,28	83,00
CPh	2515,85**	75,50	7,87	38,09	4,84	98,60
CS (mm)	17,15**	9,21	2,69	25,91	9,62	99,64
LS (mm)	8,49**	5,92	1,76	28,37	16,08	99,87
CS/LS	0,01**	1,57	1,88	3,11	1,65	89,07
MS (mg)	2862,22**	54,44	10,43	56,41	5,41	98,87
ES (mm)	0,10**	1,90	2,51	9,27	3,69	97,61
NFP (unid.)	1,28**	2,60	17,31	23,05	1,33	84,17
PROD (t/há)	484,53*	38,14	29,67	28,58	0,96	73,57

<sup>(1)</sup> CRP= comprimento de rama principal; AFM= dias para antese de flor menina; AFF= dias para antese de flor feminina; MF= peso de fruto; TSS= teor de sólido solúveis; CF= comprimento de fruto; LF= largura de fruto;

CF/LF= relação do comprimento pela largura do fruto; EMC= espessura média da casca; FP= firmeza da polpa; CPL\*= cor da polpa na escala de L\*; CPC\*= cor da polpa na escala de C\*; CPh= cor da polpa na escala de h; CS= comprimento de semente; LS= largura de semente; CS/LS= relação do comprimento pela largura da semente; MS= massa da semente; NFP= número de frutos por planta e PROD= produtividade;  
<sup>(2)</sup> QMT= quadrados médios dos tratamentos; CV (%)= coeficiente de variação; CVg (%)= coeficiente de variação genética; CVg/ CVg= relação do coeficiente de variação genético pelo ambiental e H (%)= herdabilidade;  
<sup>(3)</sup> ns= não significativo; \*, \*\* significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

As medidas de dissimilaridade genética, estimadas pela distância generalizada de Mahalanobis ( $D_{ii}^2$ ), entre os pares de genótipos estudados variaram de  $1,13 \times 10^6$  a  $94,43 \times 10^6$  indicando que há divergência genética entre eles (Tabela 3).

**Tabela 3.** Dissimilaridade genética entre genótipos de melancia considerando 20 características com base na distância generalizada de Mahalanobis ( $D_{ii}^2$ ).

Genótipos	Distância máxima	Distância mínima
JNY	CHG ( $40,29 \times 10^6$ )	ORA ( $17,58 \times 10^6$ )
ORA	CHG ( $73,30 \times 10^6$ )	SOL ( $1,86 \times 10^6$ )
KOD	CHG ( $92,32 \times 10^6$ )	**SOL ( $1,13 \times 10^6$ )
SOL	*CHG ( $94,43 \times 10^6$ )	KOD ( $1,13 \times 10^6$ )
CHG	SOL ( $94,43 \times 10^6$ )	PEA ( $5,94 \times 10^6$ )
PEA	SOL ( $62,14 \times 10^6$ )	CHG ( $5,94 \times 10^6$ )

\* genótipos mais dissimilares; \*\* genótipos mais similares

Os genótipos ‘SOL’ e ‘CHG’ foram considerados os mais dissimilares entre si, com distância genética de  $94,43 \times 10^6$ , enquanto os mais similares foram ‘KOD’ e ‘SOL’ com menor distância genética entre os pares com  $1,13 \times 10^6$ . O genótipo ‘CHG’ apresentou máxima distância genética entre eles, deve gerar maior heterose em hibridações com os demais genótipos, portanto, é o mais indicado para gerar híbridos comerciais

A contribuição de cada característica analisada para a divergência genética entre os genótipos segundo o critério de Singh (1981), mostrou que a característica cor da polpa, contribuiu com 64,65% para a divergência genética (Tabela 4), isto se deve ao grande contraste entre os genótipos para cor da polpa. Outras quatro características (comprimento do fruto, firmeza da polpa, dias para antese de flor masculina e largura de

semente) contribuíram com 22,48%, totalizando 87,13% da contribuição relativa dos 20 caracteres utilizados.

**Tabela 4.** Contribuição relativa de 20 características, utilizadas para avaliação da dissimilaridade genética, em genótipos de melancia, pelo método proposto por Singh (1981).

Caracteres	Valores (%)
Cor da polpa escala de h (CPh)	64,65
Comprimento do fruto (CF)	6,91
Firmeza da polpa (FP)	5,97
Dias para antese de flor masculina (AFM)	5,59
Largura de semente (LS)	4,01
Cor da polpa em escala de L* (CPL*)	2,61
Cor da polpa em escala de C* (CPC*)	2,13
Massa de fruto (MF)	1,73
Massa de semente (MS)	1,61
Comprimento de semente (CS)	1,36
Produtividade (PROD)	0,95
Relação do comprimento, largura do fruto (CF/LF)	0,91
Dias para antese de flor feminina (AFF)	0,48
Espessura média da casca (EMC)	0,46
TSS na região central (TSSRC)	0,29
Largura do fruto (CF)	0,16
Relação do comprimento, largura da semente (CS/LS)	0,09
Espessura de semente (ES)	0,07
Comprimento de rama principal (CRP)	0,03
Número de frutos por planta (NFP)	0,01

Por meio da análise das variáveis canônicas observou-se que as duas primeiras variáveis explicaram 98,17% da variância total contida no conjunto das características analisadas, sendo possível afirmar que a quase totalidade da variabilidade observada entre os genótipos pode ser condensada em torno daquelas variáveis (Tabela 5),

**Tabela 5.** Estimativa das variâncias (autovalores) e variâncias acumuladas das variáveis canônicas, visando estimar a dissimilaridade genética entre genótipos de melancia.

Variáveis canônicas	Autovalores (Variância)	Variâncias acumuladas (%)
1	91,47	91,47
2	6,69	98,17
3	1,66	99,83
4	0,16	99,98
5	0,02	100,00
6	0,00	100,00
...	...	...
20	0,00	100,00

O primeiro componente da variável canônica estudada no presente trabalho foi associado à maioria das características estudadas, com exceção da relação comprimento e largura do fruto, firmeza da polpa, cor da polpa em escala de h, massa e espessura da semente (Tabela 6). A associação da primeira variável canônica com o maior número de características confirma, parcialmente, os dados obtidos com o uso do método de Singh, conforme Tabela 5.

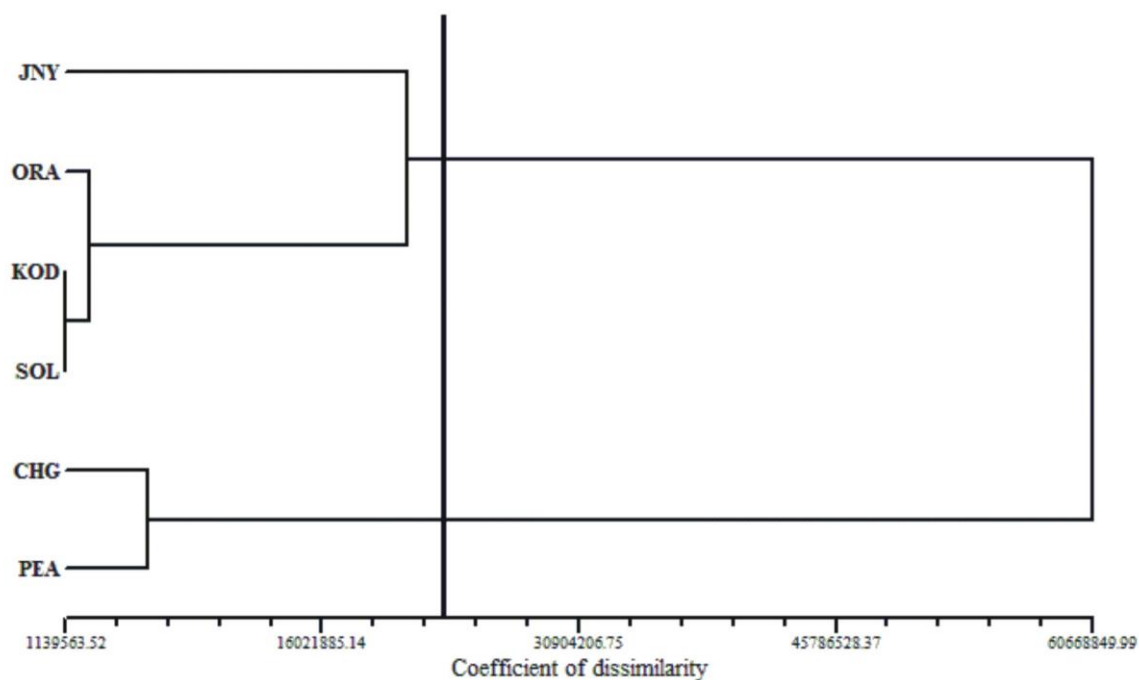
**Tabela 6.** Estimativa de autovalores associados às variáveis canônicas (VC) em genótipos de melancia

	CRP	AFM	AFF	MF	TSRC	CF	LF	CF/LF	EMDC	FP	CPL*	CPC*	CPh	CS	LS	CS/LS	MS	ES	NFP	PROD
VC1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	-0,04	0,29	0,34	0,21	0,05	0,25	0,07	-0,40	0,73
VC2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,01	0,02	0,00	0,05	0,01	0,43	0,07	0,03	0,31	0,21	0,81	0,15
VC3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,02	-0,01	0,01	0,04	0,08	0,12	0,25	0,01	0,12	0,71	0,01	0,29	0,56
VC4	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	-0,04	0,12	0,13	0,35	0,03	0,03	0,72	0,27	0,03	0,46	-0,21	0,04
VC5	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,06	0,12	-0,08	0,04	0,82	0,30	0,20	0,04	0,09	0,34	0,16	-0,16
VC6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,10	0,04	0,02	0,19	0,95	0,07	0,16	0,02	-0,12
VC7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98	-0,02	-0,04	0,09	0,03	0,11	-0,03	0,00	0,01	0,07	-0,03
VC8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,99	-0,05	0,07	0,01	0,11	-0,04	0,02	0,03	0,04	-0,04
VC9	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VC10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,04	0,01	0,00	0,00	-0,02	0,02
VC11	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VC12	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,01	-0,01	0,01	0,00	0,02	-0,01	0,00	0,01	0,01	-0,01
VC13	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
VC14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00
VC15	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VC16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,01	0,01
VC17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,01
VC18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,04	0,49	0,00	0,02	0,74	0,11	0,08
VC19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,15	0,74	0,01	0,01	0,57	0,05	-0,13	-0,29
VC20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	0,02	0,03	0,31	-0,01	0,06	0,22	-0,01	-0,05

CRP= comprimento de rama principal; AFM= dias para antese de flor menina; AFF= dias antese de flor feminina; MF= massa de fruto; TSS= teor de sólido solúveis; CF= comprimento de fruto; LF= largura de fruto; CF/LF= relação do comprimento pela largura do fruto; EMC= espessura média da casca; FP= firmeza da polpa; CPL\*= cor da polpa na escala de L\*; CPC\*= cor da polpa na escala de C\*; CPh= cor da polpa na escala de h; CS= comprimento de semente; LS= largura de semente; CS/LS= relação do comprimento pela largura da semente; MS= massa da semente; NFP= número de frutos por planta e PROD= produtividade.

A análise do coeficiente de correlação cofenética resultou em valor alto ( $r = 0,82\%$ ,  $p < 0.0050$ , 10.000 permutações) e adequado, pois valor igual ou superior a 0,56% é considerado ideal (VAZ PATTO et al., 2004), indicativo de que o dendrograma obtido traduz de modo satisfatório a informação contida na matriz de correlação e na formação dos grupos (Figura 1).

A formação de grupos indica variabilidade genética entre os genótipos e baseia-se na magnitude de suas dissimilaridades e no potencial *per se* dos parentais, sendo de fundamental importância no estabelecimento de populações híbridas (BERTAN et al., 2006).



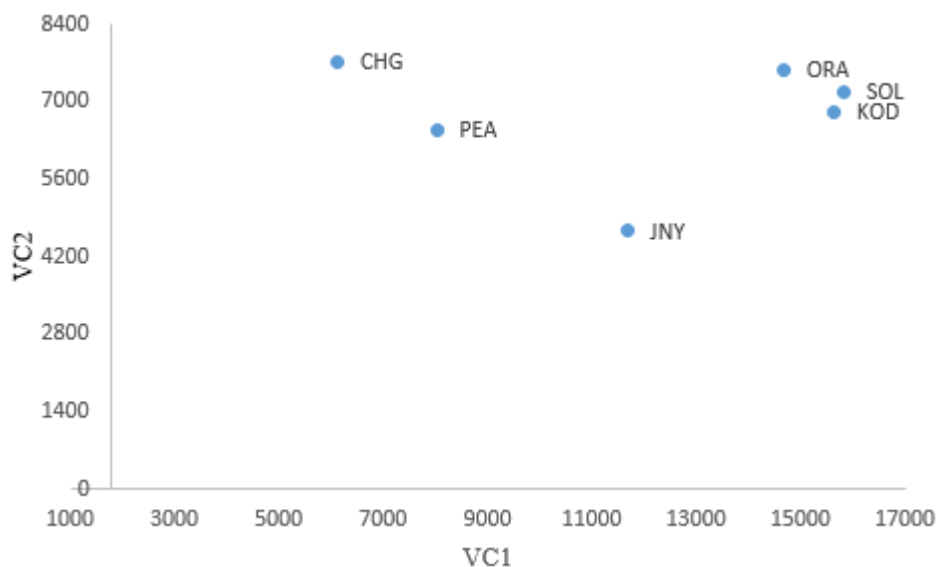
**Figura 1.** Dendrograma representativo da dissimilaridade genética entre genótipos de melancia, obtidos pela metodologia de Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages (UPGMA), utilizando a distância generalizada de Mahalanobis ( $D_{ii}^2$ ), Coeficiente de Correlação Cofenética (CCC) = 82%.

Com o dendrograma de dissimilaridade (Figura 1) originado aos genótipos, os mesmos foram separados em dois grupos. Um composto por 'JNY', 'ORA', 'KOD' e 'SOL' e outro composto pelos genótipos 'CHG' e 'PEA', o que evidencia a existência

de variabilidade genética entre os genótipos estudados. O primeiro grupo do dendrograma foi dividido em dois subgrupos, nos quais os genótipos ‘ORA’, ‘KOD’ e ‘SOL’ permaneceram juntos, devido a cor da polpa amarela e laranja, estes genótipos podem ser explorados dentro dos programas de melhoramento genético visando à obtenção de melancia com diferentes cores de polpa, devido à pouca exploração dessa característica no mercado brasileiro (SOUZA et al., 2004).

Ainda baseado no método UPGMA (Figura 1), o agrupamento demonstrou que os genótipos ‘KOD’ e ‘SOL’ são poucos dissimilares. Indicativo que a recombinação entre eles resultará em progênes com menor variabilidade e de constituição genética estreita. O que já era de se esperar pelo fato do genótipo ‘KOD’ ser um dos genitores que originaram o genótipo ‘SOL’.

Pela dispersão obtida pelos escores em relação às duas primeiras variáveis canônicas (Figura 2), é possível observar a variação que possibilitou uma representação satisfatória da divergência genética entre os genótipos (Apêndice Figura 3).



**Figura 2.** Dispersão dos genótipos de melancia em relação aos 20 caracteres avaliados, com base nas duas primeiras variáveis canônicas.



A análise da dispersão dos genótipos baseada nas duas primeiras variáveis canônicas permitiu verificar que os genótipos mais divergentes foram ‘CHG’ e ‘SOL’, sendo que este último se apresentou próximo aos genótipos ‘ORA’ e ‘KOD’. Além disso, é possível verificar que os grupos formados pela as análises de dispersão foram concordantes com àqueles obtidos pela técnica de agrupamento (UPGMA). O genótipo ‘JNY’ se apresentou bastante isolado em relação aos demais. Isto se deve principalmente à cor de polpa vermelho intenso do mesmo, que difere dos demais genótipos os quais apresentam cor de polpa variando do laranja ao vermelho claro (Apêndice Figura 4) e ao comprimento de fruto intermediário aos demais genótipos.

## **CONCLUSÕES**

- 1- Os genótipos avaliados são divergentes.
- 2- Os descritores empregados para a discriminação dos genótipos mostram-se eficientes.
- 3- Os métodos de análise multivariada para o estudo de diversidade genética dos genótipos estudados foram concordantes entre si.

**REFERÊNCIAS**

- ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. de L. e; ÁVIL, M. R.; SAYURISUZUKI, L.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 865-873, 2008.
- ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético de plantas**. Rio de Janeiro: USAID, 1971, 331p.
- ALVES, J. S.; LEDO, C. A. da S.; SILVA, S. de O.; PEREIRA, V. M.; SILVEIRA, D. de C. Divergência genética entre genótipos de bananeira no estado do Rio de Janeiro. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 24, n. 2, p. 116-122, 2012.
- BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. de C.; FIDELIS, R. R.; CRUZ, C. D.; REIS, M. S. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja avaliados no estado do Mato Grosso. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 3, p. 359-366, 2010.
- BATISTA, P. F.; LIMA, M. A. C. de; LEÃO, P. C. de S.; SOUZA, F. de F.; ALVES, R. E. Divergência genética entre variedades de videiras do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 4, p. 800-808, 2015.
- CEOLIN, A. C. G. VIDIGAL, M. C. G.; VIDIGAL FILHO, P. S.; KVITSCHAL, M. V.; GONELA, A.; SCAPIM, C. A. Genetic divergence of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) group carioca using morphoagronomic traits by multivariate analyses. **Hereditas**, Lund, v. 144, n. 1, p. 1-9, 2007.
- COSTA, M. N.; PEREIRA, W. E.; BRUNO, R. de L. A.; FREIRE, E. C.; NÓBREGA, M. B. de M.; MILANI, M.; OLIVEIRA, A. P. Divergência genética entre acessos e cultivares de mamoneira por meio de estatística multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 11, p. 1617-1622, 2006.
- CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2012, 514 p.
- GAMA, F. C.; VIZA, R. Uso culinário. In: NETO, C. R.; TEIXEIRA, C. A. D.; FERNANDES, C. F.; GAMA, F. de C.; SOUZA, F. de F.; FRANDERSON, J. E.; COSTA, J. N. M.; QUEIRÓZ, M. A. de; DIAS, R. de C.; VIZA, R.; HOLANDA FILHO, Z. F. ed. **Cultivo da melancia em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008, p. 96-103.
- IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes/SIDRA**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/atalogo?view=detalhes&id=766>>. Acesso em: 30 dez. de 2016.
- LEÃO, P. C. S.; CRUZ, C. D.; MOTOIKE, S. Y. Genetic diversity of a Brazilian wine grape Germplasm Collection based on morphoagronomic traits. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1164-1172, 2010.

OLIVEIRA, R. A. de; NUNES, G. H. de S.; OLIVEIRA, D. A. de; GUIMARÃES, I. P. Divergência genética entre acessos de melancia coletados no Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 3, p. 213-217, 2008.

RAMOS, A. R. P.; DIAS, R. C. S.; ARAGÃO, C. A.; BATISTA, P. F.; PIRES, M. M. L. Desempenho de genótipos de melancia de frutos pequenos em diversas densidades de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 333-338, 2012.

ROHLF, F. J. **NTSYS-Pc**: numerical taxonomy and multivariate analysis system, version 2.0 user's guide. New York: Exeter Software, 1998. Disponível em: <[www.exetersoftware.com/cat/ntsyspc/ntsyspc.html](http://www.exetersoftware.com/cat/ntsyspc/ntsyspc.html)>. Acesso em: 03 jan. 2017.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, New Delhi, v. 41, n. 1, p. 237-245, 1981.

SOUZA, F. de F. Cultivares. In: SOUZA, F. de F. (Ed.). **Cultivo da melancia em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2008. p. 34-44.

SOUZA, F. de F.; GAMA, F. C.; QUEIRÓZ, M. A. Análise da capacidade de combinação em cruzamentos dialélicos de três genótipos de melancia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 789-793, 2004.

SOUZA, F. F.; DIAS, R. C. S.; FREITAS, S. T.; FIGUEIREDO NETO, A.; BRITO, E. T. S.; SANTOS, D. E. P. S. Avaliação de parâmetros genéticos em progênies F<sub>3</sub> de melancia e seleção para intensidade da cor da polpa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 1851- 1858, 2014.

VAZ PATTO, M. C.; SATOVIC, Z.; PÊGO, S.; FEVEREIRO, P. Assessing the genetic diversity of Portuguese maize germplasm using microsatellite markers. **Euphytica**, Wageningen, v. 137, n. 63 p. 63-72, 2004.

VENCOVSKY R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI E; VIEGAS GP. **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. 2ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 137-214.

## APÊNDICES

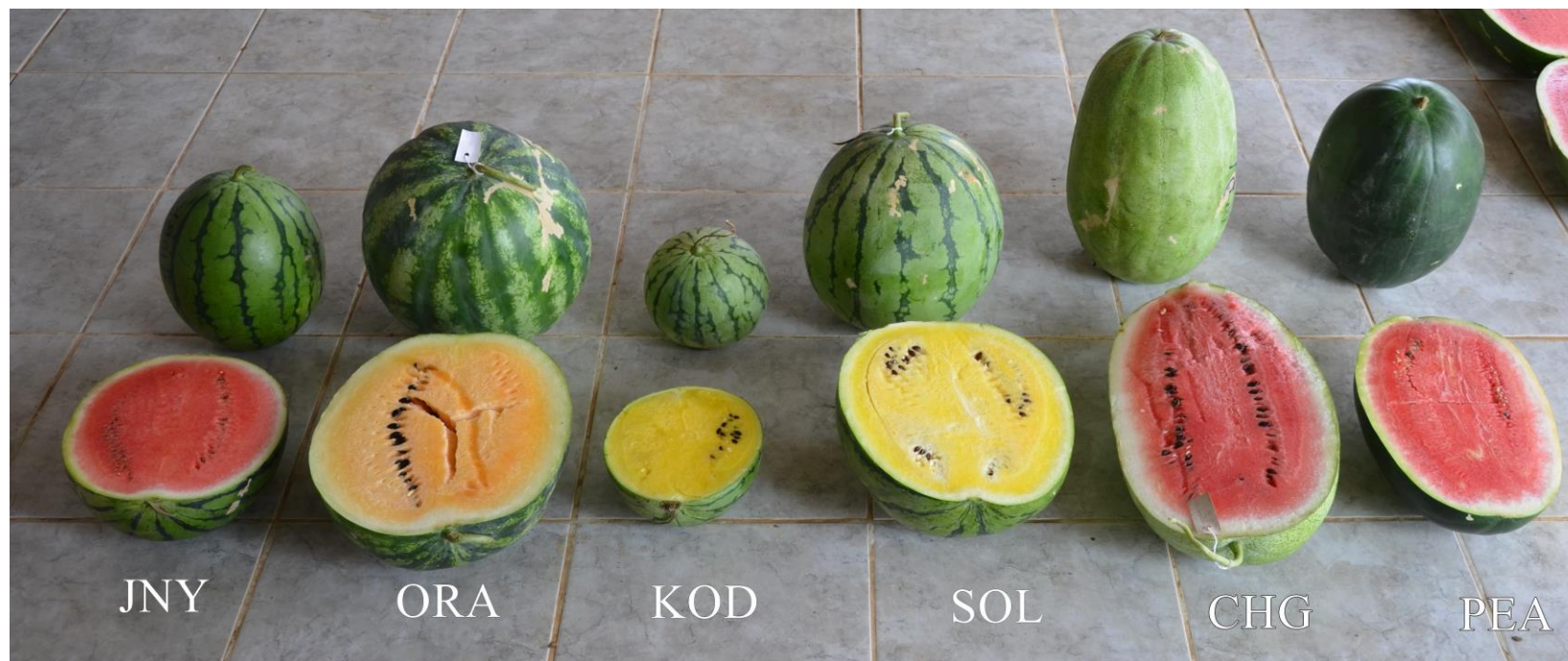


Foto: Tiago Lima do Nascimento

**Figura 3.** Padrão externo e interno de frutos dos seis genótipos de melancia da coleção de trabalho da Embrapa Semiárido utilizados.



Foto: Tiago Lima do Nascimento

**Figura 4.** Variação da cor da polpa de frutos dos seis genótipos de melancia da coleção de trabalho da Embrapa Semiárido utilizados.

### **CAPÍTULO III**

---

#### **CAPACIDADE GERAL E ESPECÍFICA DE COMBINAÇÃO EM MELANCIA**

### Capacidade geral e específica de combinação em melancia

**RESUMO:** Foi estimada a capacidade de combinação de seis genótipos de melancia em esquema de cruzamentos dialélicos (6x6). O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Semiárido, localizado em Petrolina-PE. Foram utilizados os genótipos 'JNY (1)', 'ORA (2)', 'KOD (3)', 'SOL (4)', 'CHG (5)', 'PEA (6)' e todos os híbridos possíveis entre eles. Empregou-se o delineamento de blocos casualizados (DBC), com 36 tratamentos, três blocos e parcelas com cinco plantas. Foram avaliadas as características: antese para flor feminina, comprimento de rama principal, peso de fruto, número de frutos por planta, produtividade, comprimento e largura de fruto, firmeza da polpa, teor de sólidos solúveis, espessura média da casca, comprimento, largura e massa de semente. Os dados foram submetidos à análise de variância e a análise dialélica foi realizada conforme o método 1 de Griffing. Quanto as estimativas da capacidade geral de combinação, os genótipos 'KOD (3)' e 'JNY (1)' destacaram-se como sendo os mais promissores para obtenção de híbridos com frutos de tamanho reduzido e sementes pequenas. Os efeitos recíprocos confirmaram que os resultados, indicam que esses genótipos devem ser utilizados como doador e receptor de pólen, respectivamente. Por outro lado, os genótipos 'ORA (2)' e 'CHG (5)' podem ser utilizados visando a exploração comercial de melancias em fatias. Quanto a estimativa da capacidade específica de combinação as combinações 'ORA (2)' x 'PEA (6)'; 'ORA (2)' x 'JNY (1)'; 'CHG (5)' x 'KOD (3)'; 'PEA (6)' x 'KOD (3)' e 'CHG (5)' x 'SOL (4)' como sendo genótipos promissores para o menor tamanho de fruto e sementes pequenas.

**Palavras-chave:** Análise dialélica, *Citrullus lanatus*, melhoramento genético.

### General and specific combining ability in watermelon

**ABSTRACT:** It was estimated the combining ability of six watermelon genotypes in diallel crosses scheme (6X6). The experiment was conducted in the experimental field of Embrapa Semiárido, located in Petrolina-PE. Genotypes 'JNY (1)', 'ORA (2)', 'KOD (3)', 'SOL (4)', 'CHG (5)', 'PEA (6)' and all possible hybrids between them were applied. The randomized complete block design (RCBD) was used, with 36 treatments, three blocks and plots with five plants. The evaluation was performed based on the following characteristics: number of days up to the appearance of the first female flower; main branch length; fruit weight; number of fruits per plant; productivity; fruit length and width; pulp consistence; soluble solids content; average rind thickness; length, width and mass of the seeds. Data were submitted to analysis of variance and diallel analysis was performed according to Griffing method 1. As to estimates the overall combining ability, the genotypes 'KOD (3)' and 'JNY (1)' stand out as being the most promising to obtain hybrids with small fruits and small seeds. The reciprocal effects confirmed that the results indicated that these genotypes should be used as pollen donor and recipient, respectively. On the other hand, the genotypes 'ORA (2)' and 'CHG (5)' can be used for the commercial exploitation of sliced watermelons. As for the estimation of the specific combining ability 'ORA (2)' x 'PEA (6)'; 'ORA (2)' x 'JNY (1)'; 'CHG (5)' x 'KOD (3)'; 'PEA (6)' x 'KOD (3)' and 'CHG (5)' x 'SOL (4)', as being promising genotypes for the smallest fruit size and small seeds.

**Key word:** Diallel analysis, *Citrullus lanatus*, genetical breeding

## INTRODUÇÃO

A melancia [*Citrullus lanatus* (thunb.) Matsum & Nakai] possui grande importância social e econômica (RAMOS et al., 2012), pelo amplo uso na dieta alimentar dos brasileiros, suas propriedades nutricionais, o fácil consumo, e o baixo teor calórico (GAMA e VIZA, 2008). A produção brasileira, no ano de 2015, foi de 2.119.599t tendo sido cultivadas 97.910 ha (IBGE, 2016). Entretanto, a produção brasileira de melancia pode ser maior, caso sejam desenvolvidos novos genótipos com diferentes padrões de frutos visando atender novas exigências de mercado (SOUZA, 2008).

A demanda de mercado no Brasil é por frutos menores visando a facilidade de transporte, armazenamento doméstico, principalmente considerando famílias com poucos integrantes. Entretanto, as principais cultivares comercializadas foram desenvolvidas a partir da ‘Crimson Sweet’, genótipo com peso de fruto acima dos 10kg (SOUZA, 2008). O desenvolvimento de cultivares comerciais de melancia utilizando genótipos similares, ocasiona o estreitamento da base genética para a cultura, e do ponto de vista comercial deixa consumidores sem muita escolha. Para solucionar a problemática da falta de variabilidade genética, uma das alternativas, seria a utilização das variedades locais.

Mantidas na agricultura tradicional as variedades locais representam grande fonte de variabilidade genética, visto que tem sido encontrado nessas áreas genótipos de melancia contrastantes (AQUINO et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2008), bem como nos genótipos armazenados em Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs) (ADJOUNANI et al., 2016; DAHL et al., 2011; MUJAJU et al., 2010). Essa variabilidade genética descrita em germoplasma de melancia amplia as possibilidades de desenvolvimento de genótipos superiores nos programas de melhoramento, tanto para atender as exigências



dos consumidores como para aumentar a produção e produtividade brasileira de melancia.

Contudo, se faz necessário maior conhecimento dos acessos em relação às principais características de interesse agrônomo disponíveis nos germoplasmas visando maior eficiência na escolha dos genitores, e utilização das técnicas de melhoramento mais adequadas (SOUZA et al., 2013). A capacidade de combinação entre os potenciais genitores é uma das informações importantes é por vez permite identificar os genitores mais adequados para transmissão dos caracteres desejáveis em híbridos comerciais.

O estudo da capacidade de combinação tem sido realizado para várias culturas, axemplo aveia (VALÉRIO et al., 2009), trigo (BENIN et al., 2009), milho (BARRETO et al., 2012), cenoura (CARVALHO et al., 2014) entre outras, comprovando sua eficiência para gerar informações que poderão ser utilizadas no desenvolvimento de híbridos comerciais. Em relação a cultura da melancia estudos dessa natureza foram realizados por (FEYZIAN et al., 2009; SINGH et al., 2009; PIOVESAN, 2012; SOUZA et al., 2013; SAPOVADIYA et al., 2014).

Mediante o exposto, este trabalho teve por objetivo estimar a capacidade de combinação em seis genótipos de melancia buscando identificar genitores promissores para uso nos programas de melhoramento visando a obtenção de novas cultivares comerciais com menor tamanho de fruto e sementes reduzidas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

As sementes híbridas foram obtidas no campo experimental da Embrapa Semiárido, localizado no perímetro irrigado do projeto Bebedouro, no município de Petrolina-PE,

(9°7'56"S/40°17'59.57"W), entre janeiro e março de 2015, usando polinizações manuais controladas (PMC) conforme metodologia descrita por Gama et al. (2015).

Os seis genitores 'JNY' (1), 'ORA' (2), 'KOD' (3), 'SOL' (4), 'CHG' (5) e 'PEA' (6) os 15 híbridos F<sub>1</sub>'s interpopulações e seus recíprocos, originados a partir de todas as combinações possíveis entre os genitores (Tabela 1), foram avaliados no mesmo campo experimental da Embrapa Semiárido, entre abril e agosto de 2016.

**Tabela 1.** Procedências e principais características dos genótipos de melancia avaliados.

Genótipos	Procedências	Principais características
JNY (1)	Holanda – NED	Ciclo precoce, prolífica, frutos redondos, listrados, de polpa vermelha, alto teor de sólidos solúveis e semente muito pequena.
ORA (2)	Estados Unidos – EUA	Ciclo tardio, pouco prolífica, frutos redondos, listrados, de polpa laranja, alto teor de sólidos solúveis e semente grande.
KOD (3)	Japão – JPN	Ciclo precoce, prolífica, frutos redondos, listrados, de polpa amarelo claro, alto teor de sólidos solúveis e semente pequena.
SOL (4)	Brasil – BRA	Ciclo muito precoce, prolífica, frutos redondos, listrados, de polpa amarelo canário, alto teor de sólidos solúveis e semente intermediária.
CHG (5)	Estados Unidos – EUA	Ciclo tardio, pouco prolífica, frutos compridos, sem listras, polpa de cor rósea com alto teor de sólidos solúveis e semente grande.
PEA (6)	Estados Unidos – EUA	Ciclo tardio, pouco prolífica, frutos oblongos, sem listras, cor de polpa velho médio com alto teor de sólidos solúveis e semente média.

As sementes foram semeadas em bandejas de polietileno, em 09 de maio de 2016, e as mudas transplantadas a campo 15 dias após o semeio. Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso (DBC), com três repetições. Cada parcela foi constituída por fileira de cinco plantas espaçadas de 2,5 m entre fileiras e 1,0 m entre plantas. O experimento foi irrigado utilizando-se o método de gotejamento. Para adubação, foram utilizados 116,66 g de superfosfato simples, 15,56 g de cloreto de potássio e 19,43 g de ureia por cova. Foram realizadas duas colheitas, a partir de 56 e 72 dias após o plantio,

respectivamente, devido ao ciclo precoce e tardio de amadurecimento de frutos nos genótipos.

As características avaliadas foram: Dias para antese da primeira flor feminina = AFF, Comprimento de rama principal (m) = CRP, MF = Massa de frutos (kg) = MF, Número de frutos por planta = NMF/P, Produtividade (t/ha) = PROD, Comprimento do fruto (cm) = CF, Largura do fruto (cm) = LF, Firmeza da polpa (%) = FP, Teor de sólidos solúveis (°Brix) = TSS, EMDC= Espessura média da casca (cm), Comprimento da semente (cm) = CS, Largura da semente (mm) = LS, e Massa da semente (mg) = MS.

Foi realizada análise de variância para os dados de cada um dos caracteres avaliados, seguindo o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$$

Onde:  $Y_{ij}$  é a observação do  $i$ -ésimo tratamento do  $j$ -ésimo bloco;  $\mu$ , o efeito da média geral;  $T_i$ , o efeito do  $i$ -ésimo tratamento;  $B_j$ , o efeito do  $j$ -ésimo bloco e  $e_{ij}$  o efeito do erro experimental.

As estimativas dos efeitos das capacidades geral e específica de combinação dos genitores foram obtidas utilizando-se a metodologia proposta por Griffing (1956), para análise de dialelos com genitores, híbridos  $F_1$ 's e  $F_1$ 's recíprocos, (Método I), considerando fixo o efeito dos tratamentos. A análise de variância do dialelo foi realizada conforme o esquema proposto por Cruz et al., (2012).

utilizando o seguinte modelo:

$$Y_i = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + r_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Onde:  $Y_{ij}$  é a média do híbrido ( $i \neq j$ ) ou do genitor ( $i = j$ );  $\mu$  é a média geral do dialelo;  $g_i$  e  $g_j$  são os efeitos da capacidade geral de combinação do  $i$ -ésimo ou do  $j$ -

ésimo progenitor;  $s_{ij}$  é o efeito da capacidade específica de combinação para o cruzamento entre os genitores de ordem  $i$  e  $j$ ;  $r_{ij}$  é o efeito recíproco que mede as diferenças proporcionadas pelo genitor  $i$  ou  $j$ , quando utilizado como doador ou receptor de pólen, e  $\varepsilon_{ij}$  o erro experimental. As análises foram efetuadas utilizando o programa GENES (CRUZ e REGAZZI, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos, para todas as características avaliadas, o que evidenciou a existência de variabilidade genética entre os tratamentos para as características estudadas (Tabela 2),

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para 36 genótipos de melancia.

Características <sup>(2)</sup>	Quadrados médios <sup>(1)</sup>							
	Médias	Máximo	Mínimo	CV (%)	FV GL	Blocos 2	Tratamentos 35	Resíduos 70
AFF (dias)	44,19	54,00	33,00	2,3		0,528	27,417**	1,061
CRP (m)	2,17	2,81	1,58	5,2		0,026	3,648**	0,013
MF (kg)	5,20	8,22	2,15	14,0		3,484	0,111**	0,532
NF/P (unid.)	2,20	4,00	1,00	19,2		0,210	0,516**	0,178
PROD (t/ha)	45,29	91,61	16,24	21,7		1693,105	273,211**	96,507
CF (cm)	27,80	39,17	19,17	4,8		11,442	70,009**	1,785
LF (cm)	20,93	24,87	16,53	5,0		10,864	5,829**	1,098
FP (%)	453,42	926,30	256,46	12,2		1624,712	45202,108**	3063,016
TSSC (°Brix)	9,97	12,73	7,73	5,5		1,769	1,958**	0,296
EMDC (cm)	0,98	1,27	0,58	6,0		0,021	0,047**	0,003
CS (mm)	8,48	12,40	5,60	2,5		0,107	9,481**	0,046
LS (mm)	5,31	8,05	3,50	2,8		0,007	4,330**	0,022
MS (mg)	43,24	100,00	20,00	9,1		28,704	1200,926**	15,370

<sup>(1)</sup> ns = Não significativo; \*, \*\* Significativo, ao nível de 1% e 5% de significância, respectivamente, pelo teste F; CV= Coeficiente de variação; FV= Fontes de variação; GL= Grau de liberdade;

<sup>(2)</sup> AFF= Dias para antese de flor feminina; CRP= Comprimento de rama principal; MF=Massa de fruto; NF/P= Número de frutos por planta; PROD= Produtividade; CF= Comprimento de fruto, LF= Largura de fruto; FP= Firmeza da polpa; TSSC= Teor de sólidos solúveis; EMDC= Espessura média de casca; CS= Comprimento de semente; LS= Largura de semente; e MS= Massa de semente.

Os coeficientes de variação (CV), para a maioria dos caracteres avaliados foram inferiores a 10,0%, o que evidenciou alta precisão experimental e homogeneidade dentro das parcelas de genitores e híbridos (Tabela 2). Já os caracteres MF (14,0%), NF/P (19,2%) e FP (12,2%) apesar de exibirem coeficiente de variação maior que

10,0%, também apresentaram boa precisão experimental, enquanto que a PROD apresentou valor de CV alto (21,7%), entretanto, por se tratar de uma característica poligênica e que tem forte influência ambiental, tal valor pode ser considerado normal.

Foram observadas diferenças significativas para os efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) assim como nos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC), para todo os caracteres, exceto o TSS para CEC (Tabela 3), o que evidenciou a atuação da interação gênica aditiva e não-aditiva de forma simultânea no controle das características. Estes resultados estão parcialmente em concordância com aqueles relatados por Bahari et al. (2012), no qual trabalharam com quatro linhas puras. Contudo, no presente estudo a análise dos componentes quadráticos (Tabela 3) permitiu observar que o controle dos caracteres AFF, NF/P, PROD e MS foi por prevalência de efeitos não-aditivos sobre os aditivos, no entanto, para MF, CF, LF, FP, EMDC, CS e LS ocorreu o inverso, enquanto que para o CRP, os componentes quadráticos para CGC e CEC foram iguais, o que evidenciou ação simultânea aditiva e não-aditiva controlando a característica. Quanto a CEC, não foram encontradas diferenças significativas para TSSC, indicativo de que a CGC para este caráter, apesar de negativo em alguns genitores, quando combinados ocorreu uma complementação alélica que favoreceu o aumento do teor de sólidos solúveis nas combinações híbridas, e indicou a atuação dos efeitos de aditividade controlando a característica. Esses resultados divergem daqueles apresentados por Barros et al. (2011) e Gnovic-Varga et al. (2011), nos quais foram relatados a ocorrência de efeitos não-aditivos controlando o caráter TSSC. Tal contraste pode ser explicado pela diferença genética entre os genótipos estudados ou devido à interação genótipos x ambientes.

Foram verificados efeitos recíprocos (ER) significativos a 5% de probabilidade, entre os genitores com relação a AFF, CRP, LF, FP, TSSC, EMDC, CS, LS e MS

(Tabela 3), o que levou a sugerir que para o controle genético desses caracteres, estiveram envolvidos na herança extracromossômica ou efeitos maternos. Ferreira et al. (2002), quando empregou parcialmente os mesmos caracteres, corroboram com resultados semelhantes, em que foram encontradas diferenças significativas para antese de flor masculina e o teor de sólidos solúveis, exceto para NF/P, o qual não foi verificado efeitos recíprocos. A interação genética dos ER é de grande importância para os programas de melhoramento que visam o desenvolvimento de híbridos, pois possibilita determinar entre os progenitores quais poderão ser utilizados como doadores ou receptores de pólen.

**Tabela 3.** Quadrados médios de tratamentos, da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação, do efeito recíproco (ER) e do resíduo, e componentes quadráticos para 11 características de melancia.

Características ( <sup>2</sup> )	Quadrados médios ( <sup>1</sup> )					Componentes quadráticos		
	FV	CGC	CEC	ER	Resíduo	CGC	CEC	ER
	GL	5	15	15	70			
AFF (dias)		98,767*	14,817*	16,233*	1,061	2,714	4,585	2,529
CRP (m)		0,160*	0,025**	0,179*	0,013	0,004	0,004	0,028
MF (kg)		19,840*	0,978**	0,919ns	0,532	0,536	0,149	0,065
NF/P (unid.)		0,445**	0,944*	0,111ns	0,178	0,007	0,255	-0,011
PROD (t/ha)		790,756*	230,644*	143,263ns	96,507	19,285	44,712	7,793
CF (cm)		457,707*	7,709*	3,078ns	1,785	12,665	1,975	0,215
LF (cm)		27,118*	2,613*	1,949*	1,098	0,723	0,505	0,142
FP (%)		211106,588*	11402,250*	23700,473*	3063,016	5778,988	2779,745	3439,576
TSSC (°Brix)		9,025*	0,512ns	1,049*	0,296	0,242	0,072	0,126
EMDC (cm)		0,271*	0,012*	0,006*	0,003	0,007	0,003	0,000
CS (mm)		51,332*	3,965*	1,047*	0,046	1,425	1,306	0,167
LS (mm)		23,391*	1,938*	0,368*	0,022	0,649	0,639	0,058
MS (mg)		6198,519*	597,099*	138,889*	15,370	171,754	193,909	20,586

(<sup>1</sup>) ns= Não significativo; \*, \*\* Significativo, ao nível de 1% e 5% de significância, respectivamente, pelo teste F; CV= Coeficiente de variação; FV= Fontes de variação; GL= Grau de liberdade;

(<sup>2</sup>) AFF= Dias para antese de flor feminina; CRP= Comprimento de rama principal; MF= Massa de fruto; NF/P= Número de frutos por planta; PROD= Produtividade; CF= Comprimento de fruto; LF= Largura de fruto; FP= Firmeza da polpa; TSSC= Teor de sólidos solúveis; EMDC= Espessura média de casca; CS= Comprimento de semente; LS= Largura de semente; e MS= Massa de semente.

Na Tabela 4, são apresentadas as estimativas da capacidade geral de combinação dos genitores. ‘JNY (1)’ apresentou valores negativos para AFF, MF, PROD, CF, TSSC, EMDC, CS, LS e MS e efeitos positivos para NF/P, LF e FP, sugerindo que o genitor quando recombinado, contribuiu para o desenvolvimento de híbridos mais

precoces, produtivos, com frutos de menor peso, menor comprimento e menor tamanho de semente (Apêndice Figuras 1 e 2). Evidenciando ser um genótipo promissor para aproveitamento nos programas de melhoramento genético para a cultura, no desenvolvimento de frutos com menor tamanho e com sementes de tamanho reduzido.

O genitor 'ORA (2)' apresentou efeitos negativos para AFF, NF/P, CF, FP, TSSC, e feitos positivos para MF, PROD, LF, EMDC, CS, LS e MS, o que indicou a contribuição do genitor na obtenção de plantas com menor número de frutos por planta, maior produtividade, com frutos menos adocicados, mais pesados, com casca mais espessa e sementes maiores e mais pesadas.

O genitor 'KOD (3)' apresentou valor positivo de CGC para o caráter NF/P e valores negativos para MF, CF, LF, EMDC, CS, LS e MS, sugerindo que esse genitor contribui para o desenvolvimento de híbridos com menor massa de fruto, assim como tamanho reduzido, com espessura de casca mais fina e sementes pequenas e mais leves (Anexos Figuras 1 e 2). Evidenciando seu potencial para aproveitamento em programas de melhoramento que visem à obtenção de cultivares que atendam à demanda de consumidores por frutos menores.

O genitor 'SOL (4)' apresentou efeitos de CGC negativa para AFF, PF, PROD, CF, PF e EMDC e valores positivos para o NF/P, LF, TSSC, CS, LS e MS, o que indicou a contribuição desse genitor no desenvolvimento de híbridos com plantas precoces, com maior número de frutos por planta, menor produção, com frutos mais leves, de menor comprimento, maior largura e com polpa macia, de casca mais fina e com sementes maiores e pesadas. Esse genitor pode ser aproveitado nos programas de melhoramento para o desenvolvimento de genótipos com tamanho de fruto intermediário.

O genitor ‘CHG (5)’ apresentou efeito de CGC positivo para AFF, MF, PROD, CF, EMDC, CS, LS e MS, e efeitos negativos para NF/P, LF, FP e TSSC, o que indicou a contribuição desse genitor no desenvolvimento de híbridos mais tardios, com maior massa de fruto, com reduzido número de frutos por planta, no entanto com maior produção, frutos mais compridos, porém com largura reduzida, polpa macia, menos adocicado, com espessura de casca mais grossa, com sementes maiores e mais pesadas. Souza et al. (2013), quando utilizou esse mesmo genótipo para se estudar a capacidade de combinação, encontrou resultados parcialmente divergentes dos que foram encontrados no presente estudo, nos quais o genótipo ‘CHG (5)’ apresentou capacidade geral de combinação positiva para LF, TSSC. Com isso, os autores sugeriram o uso desse genótipo nos programas de melhoramento para o desenvolvimento de frutos grandes, devido à expansão da oferta de melancia fatiada nos supermercados, feiras livres e quitandas.

**Tabela 4.** Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) em genótipos de melancia.

CGC	Características <sup>(1)</sup>												
	AFF (dias)	CRP (m)	MF (kg)	NF/P (unid.)	PROD (t/ha)	CF (cm)	LF (cm)	FP (%)	TSSC (°Brix)	EMDC (cm)	CS (mm)	LS (mm)	MS (mg)
JNY (1)	-0,222	-0,049	-0,599	0,097	-0,001	-2,680	0,118	132,051	-0,104	0,001	-1,921	-1,305	-18,796
ORA (2)	-0,139	-0,010	0,124	-0,114	2,499	-0,801	0,941	-3,624	-0,255	0,038	1,233	0,799	13,981
KOD (3)	0,389	-0,083	-1,014	0,089	-8,037	-3,014	-1,387	-37,760	-0,299	-0,157	-0,855	-0,546	-9,074
SOL (4)	-2,861	0,095	-0,069	0,061	-1,083	-1,671	0,857	-91,907	0,254	-0,028	0,305	0,155	1,759
CHG (5)	0,611	-0,013	1,038	-0,164	6,130	6,377	-0,449	-30,972	-0,484	0,072	1,023	0,749	14,815
PEA (6)	2,222	0,061	0,520	0,031	0,493	1,789	-0,080	32,213	0,888	0,076	0,215	0,147	-2,685
DP ( $\hat{\sigma}_i$ )	0,157	0,017	0,111	0,064	1,495	0,203	0,159	8,420	0,083	0,009	0,033	0,023	0,596

<sup>(1)</sup> AFF= Dias para antese de flor feminina; CRP= Comprimento de rama principal; MF=Massa de fruto; NF/P= Número de frutos por planta; PROD= Produtividade; CF= Comprimento de fruto, LF= Largura de fruto; FP= Firmeza da polpa; TSSC= Teor de sólidos solúveis de fruto; EMDC= Espessura média de casca; CS= Comprimento de semente; LS= Largura de semente; e MS= Massa de semente.

<sup>(2)</sup> DP ( $\hat{\sigma}_i$ ) = Desvio-padrão dos efeitos dos genitores.

O genitor ‘PEA (6)’ apresentou valores positivos de CGC (Tabela 4) para a AFF, MF, NF/P, PROD, CF, FP, TSSC, EMDC, CS, LS e MS e valor negativo para LF, o que indica que esse genótipo, quando recombinado, contribuiu para o desenvolvimento de



híbridos tardios, com comprimento de rama extenso, prolífica, com elevada massa de fruto, maior produtividade, com polpa firme, adocicados e com sementes maiores.

De acordo com Cruz e Vencovsky (1989) as combinações híbridas mais promissoras são aquelas que apresentam elevados efeitos (positivo ou negativo, a depender do caráter em estudo) de CEC resultante do cruzamento entre genitores diferentes, onde no mínimo um deles apresente elevada CGC. No entanto, segundo Ferreira et al. (2002) nem sempre dois genitores de alta CGC quando cruzados originarão o melhor híbrido do dialelo. Logo o inverso também pode ocorrer, onde dois genitores com valores negativos de CGC, quando combinados podem originar híbridos com valores positivos da CEC, como relatado no presente estudo.

Com base na capacidade específica de combinação (Tabela 5), foram observados que os híbridos '1x5, 1x6, 2x3, 2x4, 3x5, 4x6 e 5x6' destacaram-se como os mais promissores para precocidade; as combinações '1x2, 1x6, 2x3, 2x4, 3x4, 3x6, 4x5, 4x6 e 5x6' para frutos com maior massa, enquanto que '1x3, 1x4, 1x5, 2x5, 2x6 e 3x5' para menor massa de fruto; as combinações '1x3, 1x4, 1x6, 2x3, 2x4 e 2x5' foram as mais promissoras para prolificidade; para produção destacaram-se os híbridos '1x2, 1x4, 1x6, 2x3, 2x4, 3x5, 3x6, 4x6 e 5x6'; para menor tamanho de fruto, comprimento do fruto e largura do fruto destacaram-se as combinações '1x3 e 2x6' as combinações '1x2, 1x4, 1x5, 2x3, 4x6 e 5x6' para polpa de fruto macia; para maior concentração de sólidos solúveis destacaram-se os híbridos '1x6, 2x3, 2x4, 2x5, 3x5, 4x5 e 4x6'; quanto à espessura média de casca as combinações '1x2, 1x4, 1x6, 2x3, 2x4, 2x5, 3x4, 3x6 e 4x5' foram as mais promissoras; para o comprimento de semente, largura de semente e massa de semente as combinações '1x2, 1x5, 1x6, 2x3, 2x4, 2x6, 3x5, 4x5 e 5x6' destacaram-se para menor tamanho e peso de semente, devido ao efeito da CEC, ter sido de acordo com a CGC de seus genitores, para a maioria dos caracteres avaliados.

**Tabela 5.** Estimativas da capacidade específica de combinação em híbridos de melancia em relação a 11 características.

Cruzamentos <sup>(1)</sup>	Características avaliadas <sup>(2)</sup>												
	AFF	CRP	MF	NF/P	PROD	CF	LF	FP	TSSC	EMDC	CS	LS	MS
1x1	-0,750	-0,008	0,350	0,003	-7,002	0,396	-0,385	47,677	0,165	0,022	1,248	0,852	14,352
1x2	0,000	0,003	0,080	-0,153	2,008	0,037	0,006	-61,707	-0,242	0,004	-0,768	-0,618	-8,426
1x3	0,972	-0,060	-0,700	0,011	-6,135	-1,242	-1,295	13,976	-0,247	-0,051	0,225	0,183	4,630
1x4	1,556	-0,066	-0,112	0,006	1,587	0,867	0,104	-20,217	-0,006	0,002	0,199	0,206	0,463
1x5	-0,417	0,052	-0,313	-0,186	-1,643	-0,208	0,632	-0,866	-0,005	-0,010	-0,801	-0,543	-10,926
1x6	-1,361	0,079	0,694	0,319	11,186	0,150	0,938	21,136	0,336	0,033	-0,102	-0,081	-0,093
2x2	-0,250	-0,109	-0,320	-0,375	-6,283	-0,323	-0,469	62,018	-0,566	-0,027	0,989	0,796	12,130
2x3	-1,444	0,090	0,566	0,172	6,980	1,232	1,090	-72,350	0,369	0,004	-0,698	-0,419	-4,815
2x4	-0,028	0,000	0,257	0,250	2,873	0,136	-0,112	6,929	0,234	0,022	-0,283	-0,174	-2,315
2x5	0,833	0,060	-0,157	0,292	-2,500	0,346	-0,285	23,919	0,211	0,007	1,275	0,781	11,296
2x6	0,889	-0,044	-0,426	-0,186	-3,077	-1,427	-0,230	41,191	-0,005	-0,010	-0,515	-0,367	-7,870
3x3	-1,639	0,025	-0,124	0,553	-4,518	-1,973	-0,338	15,495	0,274	-0,082	1,032	0,714	8,241
3x4	0,778	-0,031	0,137	-0,586	-0,451	-0,149	0,298	13,529	-0,364	0,038	0,322	0,119	2,407
3x5	-0,694	-0,046	-0,038	-0,061	1,387	1,184	0,044	12,966	0,301	-0,010	-1,576	-1,090	-18,981
3x6	2,028	0,022	0,159	-0,089	2,738	0,949	0,202	16,385	-0,333	0,101	0,695	0,493	8,519
4x4	-4,806	0,096	-0,417	1,008	-7,398	-0,505	-0,896	63,009	-0,225	-0,059	-0,274	0,010	3,241
4x5	2,722	-0,064	0,083	-0,067	-2,265	0,048	-0,080	2,725	0,035	0,011	-0,172	-0,147	-4,815
4x6	-0,222	0,064	0,052	-0,611	5,654	-0,397	0,686	-65,974	0,326	-0,014	0,207	-0,015	1,019
5x5	-1,750	-0,020	0,051	0,325	1,929	-3,129	0,402	26,329	-0,445	0,068	1,479	1,176	27,130
5x6	-0,694	0,017	0,373	-0,303	3,093	1,760	-0,711	-65,073	-0,096	-0,066	-0,205	-0,177	-3,704
6x6	-0,639	-0,138	-0,852	0,869	-19,594	-1,035	-0,885	52,334	-0,227	-0,043	-0,081	0,146	2,130
DP ( $\hat{\sigma}_{ii} - \hat{\sigma}_{ij}$ ) <sup>(3)</sup>	0,687	0,076	0,486	0,281	6,549	0,891	0,699	36,896	0,363	0,039	0,143	0,099	2,614
DP ( $\hat{\sigma}_{ij} - \hat{\sigma}_{ik}$ )	0,543	0,066	0,421	0,172	5,672	0,771	0,605	31,953	0,314	0,034	0,124	0,086	2,264
DP ( $\hat{\sigma}_{ij} - \hat{\sigma}_{kl}$ )	0,486	0,060	0,384	0,222	5,178	0,704	0,552	29,169	0,287	0,031	0,113	0,078	2,066

<sup>(1)</sup> 1=JNY; 2=ORA; 3=KOD; 4=SOL; 5=CHG; 6=PEA;

<sup>(2)</sup> AFF= Dias para antese de flor feminina; CRP= Comprimento de rama principal; MF=massa de fruto; NF/P= Número de frutos por planta; PROD= Produtividade; CF= Comprimento de fruto; LF= Largura de fruto; FP= Firmeza da polpa; TSSC= Teor de sólidos solúveis de fruto; EMDC= Espessura média de casca; CS= Comprimento de semente; LS= Largura de semente; e MS= Massa de semente.

<sup>(3)</sup> DP ( $\hat{\sigma}_{ii} - \hat{\sigma}_{ij}$ )= Desvio-padrão dos efeitos com um genitor e híbrido; DP ( $\hat{\sigma}_{ij} - \hat{\sigma}_{ik}$ )= Desvio-padrão entre um F<sub>1</sub>' com um genitor comum DP ( $\hat{\sigma}_{ij} - \hat{\sigma}_{kl}$ )= Desvio-padrão entre dois F<sub>1</sub>'s quaisquer.

Em relação a todos os caracteres estudados, algumas combinações híbridas, assim como seus recíprocos, apresentaram valores negativos e positivos ou vice-versa, o que indica a ação de efeitos recíprocos (FERREIRA et al., 2002). Baseado nos efeitos recíprocos dos caracteres AFF, MF, NF/P, PROD, FP, TSSC, EMDC, CS, LS e MS (Tabela 6), foi constatado que nos cruzamentos dos genitores 'ORA (2)', 'KOD (3)', 'SOL (4)', 'CHG (5)' e 'PEA (6)' com 'JNY (1)' este deverá ser utilizado como receptor de pólen, pois nesse caso verificaram-se maiores incrementos à precocidade, prolificidade, produtividade e redução do tamanho de semente; o genótipo 'ORA (2)' quando cruzado com 'KOD (3)', 'SOL (4)', 'CHG (5)' e 'PEA (6)' deverá ser utilizado

como receptor de pólen, devido ao incremento da massa de fruto, prolificidade, produtividade, polpa mais firme, frutos mais doces, com casca mais espessa e de sementes pequenas; os genótipos ‘SOL (4)’, ‘CHG (5)’ e ‘PEA (6)’ quando cruzados com ‘KOD (3)’, deverá ser utilizado como doador de pólen devido o incremento para a redução da massa de fruto, aumento da prolificidade, frutos com polpa mais firme, adocicados e com sementes pequenas; o genótipo ‘SOL (4)’ quando cruzado com ‘CHG (5)’ e ‘PEA (6)’ deverá ser utilizado como receptor de pólen, devido a contribuição para precocidade, prolificidade, frutos com polpa mais firme, adocicados, com casca mais grossa e sementes pequenas; o cruzamento entre os genótipos ‘PEA (6)’ e ‘CHG (5)’ este último deverá ser utilizado como receptor de pólen, pois os efeitos recíprocos demonstram a superioridade dos híbridos obtidos dessa forma.

**Tabela 6.** Estimativas dos efeitos recíprocos em híbridos de melancia.

Cruzamentos <sup>(1)</sup>	Características avaliadas <sup>(2)</sup>												
	AFF	CRP	MF	NF/P	PROD	CF	LF	FP	TSSC	EMDC	CS	LS	MS
2x1	0,833	-0,327	-0,639	0,100	-8,317	-1,247	-0,828	55,470	-0,185	0,027	-0,102	-0,035	0,000
3x1	1,333	-0,272	0,338	-0,133	3,198	0,665	1,132	-148,225	-0,523	-0,050	0,117	-0,063	0,000
4x1	0,667	-0,230	-0,639	-0,033	-6,453	0,360	-0,162	-74,017	0,307	-0,012	0,060	0,155	3,333
5x1	1,167	-0,243	0,178	0,250	2,497	0,573	1,260	120,884	-1,120	0,083	-0,092	-0,160	-1,667
6x1	0,167	0,023	-0,088	0,050	-8,588	0,217	0,262	67,005	0,193	0,010	-0,083	-0,080	-1,667
3x2	-0,667	0,083	0,268	0,183	1,273	0,535	-0,003	-7,354	-0,135	-0,050	1,398	0,843	13,333
4x2	-1,167	0,012	-0,115	0,000	-2,240	-0,015	-0,128	-28,766	-0,007	0,000	0,167	0,080	-3,333
5x2	1,167	-0,043	-0,197	-0,117	-1,520	0,900	0,193	8,054	0,402	0,015	-0,223	-0,115	-6,667
6x2	1,500	0,090	0,143	-0,200	-2,640	-0,305	0,007	-9,752	0,365	-0,005	0,112	-0,078	3,333
4x3	0,500	-0,015	-0,450	-0,167	-2,353	-0,067	0,273	12,689	0,322	0,015	-0,717	-0,337	-8,333
5x3	3,500	-0,272	-0,425	0,067	-5,725	-0,838	-0,517	22,370	0,468	0,000	-0,027	-0,025	0,000
6x3	3,167	-0,090	-0,639	-0,033	-8,258	-1,408	-0,490	49,253	-0,287	-0,025	-0,043	-0,073	0,000
5x4	2,333	-0,095	-0,214	0,033	-2,653	-0,485	-0,323	64,715	-0,245	-0,013	-0,023	-0,010	1,667
6x4	1,667	0,217	0,571	0,183	3,092	-0,632	0,695	5,206	-0,075	0,005	0,105	0,040	3,333
6x5	0,333	-0,015	-0,148	0,167	4,253	0,823	-0,018	-35,758	0,382	0,033	-0,035	0,015	-1,667
DP (r <sup>ij</sup> ) <sup>(3)</sup>	0.421	0.054	0.344	0.199	4.631	0.630	0.494	26.090	0.257	0.027	0.101	0.070	1.848
DP(r <sup>ij</sup> - r <sup>kl</sup> )	0.595	0.066	0.421	0.244	5.672	0.771	0.605	31.953	0.314	0.034	0.124	0.086	2.264

<sup>(1)</sup> 1=JNY; 2=ORA; 3=KOD; 4=SOL; 5=CHG; 6=PEA;

<sup>(2)</sup> AFF= Dias para antese de flor feminina; CRP= Comprimento de rama principal; MF=massa de fruto; NF/P= Número de frutos por planta; PROD= Produtividade; CF= Comprimento de fruto; LF= Largura de fruto; FP= Firmeza da polpa; TSSC= Teor de sólidos solúveis de fruto; EMDC= Espessura média de casca; CS= Comprimento de semente; LS= Largura de semente; e MS= Massa de semente.

<sup>(3)</sup> DP (r<sup>ij</sup>)= Desvio-padrão entre efeitos de dois genitores quaisquer; DP(r<sup>ij</sup> - r<sup>kl</sup>)= Desvio-padrão entre efeitos de dois F<sub>1</sub>'s recíprocos quaisquer.

## CONCLUSÕES

- 1- A capacidade geral de combinação evidenciou os genótipos 'JNY (1)' e 'KOD (3)' como sendo os mais promissores para obtenção de híbridos com tamanho de fruto reduzido e sementes pequenas.
- 2- Os genótipos 'ORA (2)' e 'CGH (5)' podem ser utilizados para dar origem a híbridos com maior massa de fruto.
- 3- Os efeitos recíprocos indicaram que os genótipos 'KOD (3)' e 'JNY (1)' devem ser utilizados como receptor e doador de pólen respectivamente, para o desenvolvimento de genótipos com reduzido tamanho de frutos e sementes pequenas.
- 4- A capacidade específica de combinação evidenciou o potencial das combinações 'ORA (2)' x 'PEA (6)'; 'ORA (2)' x 'JNY (1)'; 'CHG (5)' x 'KOD (3)'; 'PEA (6)' x 'KOD (3)' e 'CHG (5)' x 'SOL (4)' como sendo genótipos promissores para o menor tamanho de fruto e sementes pequenas.

**REFERÊNCIAS**

- ADJOURMANI, K.; KOUONON, L. C.; KOFFI, G. K.; BONY, B. S.; BROU, K. F.; AKAFFOU, D. S.; SIE, R. S. Analysis on genetic variability and heritability of fruit characters in *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsumura and Nakai (Cucurbitaceae) cultivars. **Journal of Animal & Plant Sciences**, Lahore, v. 28, n. 1, p. 4340-4355, 2016.
- AQUINO, D. A. L.; SENA, E. M. N.; LIRA, I. C. S. A.; SILVA, M. L.; PASSOS, L. R. G.; ARAUJO, C. L.; FERREIRA, M. A. J. F. Caracterização de variedades locais de melancia de duas comunidades tradicionais da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 52., 2012, Salvador. **Anais...** Salvador, BA: Associação Brasileira de Horticultura, 2012. p. 4426-4432. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/67212/1/Aldete3.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2017
- BAHARI, M.; RAFII, M. Y.; SALEH, G. B.; LATIF, M. A. Combining ability analysis in complete diallel cross of watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai). **The Scientific World Journal**, London, v. 2012, n. 1, p. 1-6, 2012.
- BARRETO, R. R.; SCAPIM, C. A.; AMARAL JÚNIOR, A. T. do., RODOVALHO, M. de A., VIEIRA, R. A.; SCHUELTER, A. R. Avaliação da capacidade de combinação de famílias S2 de milho pipoca por meio de diferentes testadores. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 873-890, 2012.
- BARROS, A. K. A.; NUNES, G. H. S.; QUEIRÓZ, M. A. Q.; PEREIRA, E. W. L.; COSTA FILHO, J. H. Diallel analysis of yield and quality traits of melon fruits. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 11, n. 4, p. 313-319, 2011.
- BENIN, G.; SILVA, G. O. da.; PAGLIOSA, E. S.; LEMES, C.; SIGNORINI, A.; BECHE, E.; CAPELIN, M. A. Capacidade de combinação em genótipos de trigo estimada por meio de análise multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 9, 1145-1151, 2009.
- CARVALHO, A. D. F.; SILVA, G. O.; PEREIRA, R. B.; PINHEIRO, J. B.; VIEIRA, J. V. Capacidade combinatória em cenoura para componentes de produção e tolerância à queima-das-folhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 190-193, 2014.
- CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2012, 514 p.
- DAHL, J. B.; TOURÉ, F. M.; HAMATTAL, M. A.; TOURÉ, F. A.; NANTOUMÉ, A. D. Watermelons in the Sand of Sahara: cultivation and use of indigenous landraces in the Tombouctou Region of Mali. **Ethnobotany Research & Applications**, Texas, v. 9, n. 1, p. 151-162, 2011.
- FERREIRA, M. A. J. F.; BRAZ, L. T.; QUEIROZ, M. A.; CRURATA-MASCA, M. G. C. Capacidade de combinação em sete populações de melancia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 963-970, 2002.

- FEYZIAN, E.; DEHGHANI, H.; REZAI, A. M.; JAVARAN, M. J. Diallel cross analysis for maturity and yield-related traits in melon (*Cucumis melo* L.). **Euphytica**, Wageningen, v. 168, n. 2, p. 215–223, 2009.
- GAMA, F. C.; VIZA, R. Uso culinário. In: NETO, C. R.; TEIXEIRA, C. A. D.; FERNANDES, C. F.; GAMA, F. de C.; SOUZA, F. de F.; FRANDERSON, J. E.; COSTA, J. N. M.; QUEIRÓZ, M. A. de; DIAS, R. de C.; VIZA, R.; HOLANDA FILHO, Z. F. ed. **Cultivo da melancia em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008, p. 96-103.
- GAMA, R. N. C. S.; SANTOS, C. A. F.; DIAS, R. C. S.; ALVES, J. C. S. F.; NOGUEIRA, T. O. Microsatellite markers linked to the locus of the watermelon fruit stripe pattern. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 1, p. 269-276, 2015.
- GRIFFING, B. A. Concepto of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, East Melbourne, v. 9, n. 1, p. 463-493, 1956.
- GVOZDANOVIC-VARGA, J.; VASIC, M.; MILIC, D.; CERVENSKI, J. Diallel cross analysis for fruit traits in watermelon. **Genetika**, Bograd, v. 43, n. 1, 163-174, 2011.
- IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes/SIDRA**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/atalogo?view=detalhes&id=766>>. Acesso em: 30 dez. de 2016.
- MUJAJU, C.; SEHIC, J.; WERLEMARK, G.; GARKAVA-GUSTAVSSON, L.; FAITH, M.; NYBOM, H. Genetic diversity in watermelon (*Citrullus lanatus*) landraces from Zimbabwe revealed by RAPD and SSR markers. **Hereditas**, Lund, v. 147, n. 4, p. 142–153, 2010.
- OLIVEIRA, R. A. de.; NUNES, G. H. de S.; OLIVEIRA, D. A. de.; GUIMARÃES, I. P. Divergência genética entre acessos de melancia coletados no Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 3, p. 213-217, 2008.
- PIOVESAN, J. I. **Capacidade combinatória e ação gênica em genótipos de melancia**. 2012, 52 f. Dissertação (Mestrado em produção vegetal) – Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, 2012.
- RAMOS, A. R. P.; DIAS, R. C. S.; ARAGÃO, C. A.; BATISTA, P. F.; PIRES, M. M. L. Desempenho de genótipos de melancia de frutos pequenos em diversas densidades de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 333-338, 2012.
- SAPOVADIYA, M. H.; MEHTA, D. R.; DHADUK, H. L.; BABARIYA, C. A. Combining ability in watermelon (*Citrullus lanatus* (Thumb.) Mansf.). **Electrocnic Journal of Plant Breeding**, Tokyo, v. 5, n. 3, p. 327-330, 2014.
- SINGH, N. P.; DADWADIA, G.; ANNAPURNA, G. Analysis of heterosis and combining ability status among diallel set of hybrids for yield and quality traits in watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb). **Vegetation Science**, Knivsta, v. 36, n. 1, p. 323-326, 2009.

SOUZA, F. de F. Cultivares. In: NETO, C. R.; TEIXEIRA, C. A. D.; FERNANDES, C. F.; GAMA, F. de C.; SOUZA, F. de F.; FRANDERSON, J. E.; COSTA, J. N. M.; QUEIRÓZ, M. A. de; DIAS, R. de C.; VIZA, R.; HOLANDA FILHO, Z. F. ed. **Cultivo da melancia em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008, p. 34-44.

SOUZA, F. F.; DIAS, R. C. S.; QUEIRÓZ, M. A. Capacidade de combinação de linhagens avançadas e cultivares comerciais de melancia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 595-601, 2013.

VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, F. I. F. de.; OLIVEIRA, A. C. de.; LORENCETTI, C.; SOUZA, V. Q. de.; SILVA, J. A. G. da.; HARWIG, I.; SCHMIDT, D. A. M.; BERTAN, I.; RIBEIRO, G. Estabilidade da produção e da capacidade de combinação de diferentes populações de aveia. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 30, n. 2, p. 331-346, 2009.

## APÊNDICES





Foto: Tiago Lima do Nascimento

**Figura 1.** Frutos de Híbridos  $F_1$ 's ( $F_1$ ) e híbridos  $F_1$ 's recíprocos ( $F_1RC$ ) de melancia, obtidos mediante todas as combinações possíveis entre os genitores (P1= JNY, P2= ORA; P3= KOD, P4= SOL, P5= CHG e P6= PEA). A leitura da tabela é feita de baixo para cima, da direita para a esquerda. Dentro da linha os híbridos do lado direito são os  $F_1$ 's ( $F_1$ ) e do lado esquerdo os híbridos  $F_1$ 's recíprocos ( $F_1RC$ ).



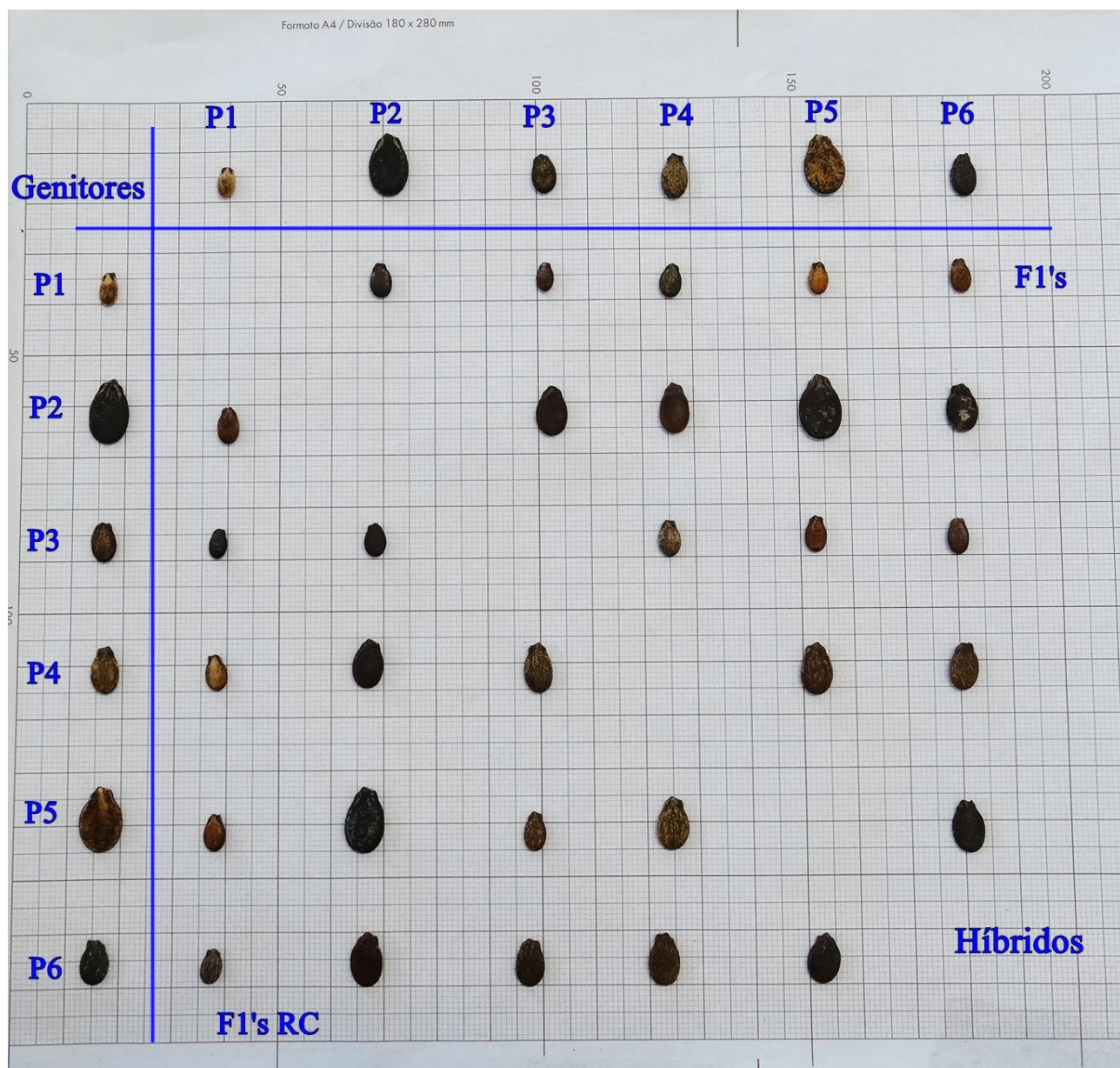


Foto: Tiago Lima do Nascimento

**Figura 2.** Sementes de híbridos  $F_1$ 's ( $F_1$ ) e híbridos  $F_1$ 's recíprocos ( $F_1$ 's RC), obtidos mediante todas as combinações possíveis entre os genitores (P1= JNY, P2= ORA; P3= KOD, P4= SOL, P5= CHG e P6= PEA). A leitura da tabela é feita de cima para baixo, da esquerda para direita. Dentro da linha os híbridos na diagonal superior são os  $F_1$ 's e na diagonal inferior são os  $F_1$ 's recíprocos ( $F_1$ 's RC).

## **CAPÍTULO IV**

---

### **HETEROSE EM HÍBRIDOS EXPERIMENTAIS DE MELANCIA**

### **Heterose em híbridos experimentais de melancia**

**RESUMO:** Foi estimada a heterose em híbridos de melancia em relação à média dos pais e ao pai superior. O experimento foi conduzido, de abril a agosto de 2016, no campo experimental de Bebedouro pertencente a Embrapa Semiárido, em Petrolina-PE. Foram avaliados os genitores ‘JNY’ (1), ‘ORA’ (2), ‘KOD’ (3), ‘SOL’ (4), ‘CHG’ (5), ‘PEA’ (6) e todos os híbridos possíveis de serem obtidos entre eles. Empregou-se o delineamento de blocos casualizados com 36 tratamentos e três blocos. A avaliação foi realizada com base nas seguintes características: quantidade de dias até antese da primeira flor feminina, comprimento de rama principal, massa de fruto, número de frutos por planta, produtividade, comprimento e largura de fruto, firmeza da polpa, teor de sólidos solúveis, espessura média da casca, comprimento, largura e massa de semente. As médias das características foram comparadas pelo teste de Scott & Knott e calculadas a heterose em relação à média dos pais e ao pai superior. As combinações ‘CHG (5)’ x ‘ORA (2)’, ‘JNY (1)’ x ‘PEA (6)’ e ‘ORA (2)’ x ‘CHG (5)’ mostraram-se promissoras para o desenvolvimento de híbridos precoces, de frutos mais pesados, compridos, de polpa firme, adocicados e de casca espessa. Enquanto as combinações ‘KOD (3)’ x ‘JNY (1)’ e ‘JNY (1)’ x ‘ORA (2)’ mostraram-se promissoras para o desenvolvimento de híbridos com menor tamanho de fruto e com semente pequena.

**Palavras-chave:** *Citrullus lanatus*, heterobeltiose, melhoramento genético

### **Heterose in experimental watermelon hybrids**

**ABSTRACT:** It was estimated a heterosis in hybrids of watermelon in relation to the average of the parents and the superior father. The experiment was conducted from April to August 2016 in the experimental field of Bebedouro, that is part of Embrapa Semiárido, in Petrolina-PE. All the parents were evaluated ‘JNY (1)’, ‘ORA’ (2), ‘KOD (3)’, ‘SOL (4)’, ‘CHG (5)’, ‘PEA (6)’ and all possible hybrids to be obtained between them. A randomized block design with 36 treatments and three blocks was used. The evaluation was performed based on the following characteristics: number of days up to the appearance of the first female flower; main branch length; fruit mass; number of fruits per plant; productivity; fruit length and width; pulp consistence; soluble solids content; average rind thickness; length, width and mass of the seeds. The means of characteristics were compared by the Scott & Knott test and the heterosis was calculated

in relation to the average of the parents and the superior father. The combinations 'CHG' x 'ORA', 'JNY' x 'PEA' e 'ORA' x 'CHG' were promising for the development of early hybrids and fruits that were heavier, longer, with firmer pulp, sweetish and presented thick bird. While the arrangement 'KOD' x 'JNY' e 'JNY' x 'ORA' was favorable for development of hybrids with minor size of fruit and with small seeds.

**Key words:** *Citrullus lanatus*, heterobeltiose, genetic improvement

## INTRODUÇÃO

A melancia [*Citrullus lanatus* (thunb.) Matsum & Nakai] possui grande importância social e econômica (RAMOS et al., 2012), pelo amplo uso na dieta alimentar dos brasileiros, suas propriedades nutricionais, o fácil consumo, e o baixo teor calórico.

Na safra de 2015 a produção de melancia no Brasil foi de 2.119.599t, tendo sido cultivadas em 97.910 ha (IBGE, 2016). Todas as regiões brasileiras produzem melancia, entretanto, os principais Estados produtores, na referida safra, foram Rio Grande do Sul, Goiás e Bahia com produções de 464.775t, 246.950t e 244.982t, respectivamente (IBGE, 2016). O estado de Pernambuco ocupou a 9º posição no “ranking” nacional, com produção de 68.279t, equivalente a 25,4% da produção brasileira (IBGE 2016). Porém, nesse Estado o cultivo de melancia é uma atividade de risco, devido a ocorrência de estresses bióticos e abióticos, a exemplo de pragas e doenças, que podem reduzir a produtividade da área, necessitando o uso de produtos químicos na tentativa de controlar a proliferação no campo, ocasionando a possibilidade de deixar resíduos no solo e nos frutos, levando produtores a venderem esses frutos com valores inferiores

O desenvolvimento de híbridos de melancia tem por objetivo principal, agregar resistência aos principais estresses bióticos, pragas e doenças, que atacam a cultura, a exemplo, do oídio (*Sphaerotheca fuliginea*), doença que causa a depreciação do valor de mercado dos frutos da melancia (TERAO et al., 2010).

Na Região Nordeste do Brasil, as principais cultivares comercializadas foram desenvolvidas a partir da cv. 'Crimson Sweet'. Tais cultivares são susceptíveis a estresses bióticos e apresentam frutos com peso acima dos 10 kg, casca com listras, de coloração verde escuro, polpa vermelho intenso, alto teor de sólidos solúveis, variando entre 11 e 13 °Brix, sementes médias a grandes (SOUZA, 2008). Por apresentarem elevada massa de fruto e maior tamanho de semente essas cultivares representaram uma problemática para famílias com poucos integrantes, na tentativa de solucionar esse inconveniente foram desenvolvidos genótipos com menor massa de fruto e sem sementes. Conhecidos como mini melancias e melancias sem sementes (RAMOS et al., 2012). Contudo, o investimento para a produção desses frutos é bastante alto e reflete no valor final de mercado, o que restringe o seu consumo pela maior parte da população.

Visto que os frutos da melancia possuem nutrientes essenciais para o bom funcionamento do organismo, a exemplo, das diferentes pigmentações da cor da polpa conferidas pelos carotenos licopeno e  $\beta$  caroteno, que exercem capacidade antioxidante combatendo radicais livres. O fruto da melancia também é fonte de citrulina, composto precursor da arginina, que tem um papel indispensável na divisão celular (DIAS e REZENDE 2010), além de proteínas, carboidratos, água e vitamina C (MASSA et al., 2014).

Por outro lado, o desenvolvimento de novos híbridos comerciais de melancia diploides, com alta produtividade (acima de 50 t/h), com tamanho de semente reduzida e baixa massa de fruto, possibilitaria maior retorno financeiro aos produtores e a expansão do mercado consumidor, além da ampliação da base genética da cultura.

Portanto, a exploração da variabilidade genética por meio do estudo da heterose, também denominada de vigor de híbrido (BOS e CALIGARI 2011), pode ser um método de melhoramento eficiente para continuar explorando os caracteres de interesse agrônomo em genótipos comerciais, tem se mostrado eficiente para várias culturas, tais como: milho (FERREIRA et al., 2009), tomate (MACIEL et al., 2010), mamoeiro (VIVAS et al., 2012), cebola (FARIA et al., 2012), incluindo melancia, como relatado por Souza et al. (2005).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a heterose em híbridos experimentais de melancia para caracteres de fruto e de semente.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, de abril a agosto de 2016, no campo experimental de Bebedouro, pertencente a Embrapa Semiárido, localizado em Petrolina-PE, (9°7'56"S 40°17'59.57"W).

Os genitores utilizados (Tabela 1) pertencem ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas para o Nordeste brasileiro e fazem parte da coleção de trabalho da Embrapa Semiárido.

**Tabela 1.** Procedências e principais características dos genótipos de melancia avaliados.

Genitores	Procedências	Principais características
JNY (1)	Holanda – NED	Ciclo precoce, prolífica, frutos redondos, listrados, de polpa vermelha, alto teor de sólidos solúveis e semente muito pequena.
ORA (2)	Estados Unidos – EUA	Ciclo tardio, pouco prolífica, frutos redondos, listrados, de polpa laranja, alto teor de sólidos solúveis e semente grande.
KOD (3)	Japão – JPN	Ciclo precoce, prolífica, frutos redondos, listrados, de polpa amarelo claro, alto teor de sólidos solúveis e semente pequena.
SOL (4)	Brasil – BRA	Ciclo muito precoce, prolífica, frutos redondos, listrados, de polpa amarelo canário, alto teor de sólidos solúveis e semente intermediária.

CHG (5)	Estados Unidos – EUA	Ciclo tardio, pouco prolífica, frutos compridos, sem listras, polpa de cor rósea com alto teor de sólidos solúveis e semente grande.
PEA (6)	Estados Unidos – EUA	Ciclo tardio, pouco prolífica, frutos oblongos, sem listras, cor de polpa velho médio com alto teor de sólidos solúveis e semente média.

Foram avaliados seis genitores de melancia, seus respectivos híbridos  $F_1$ 's, e seus recíprocos obtidos a partir das combinações possíveis entre os genitores.

Para obtenção dos híbridos  $F_1$ 's e seus recíprocos, os genitores foram semeados em bandejas de polietileno, posteriormente transplantados a campo em fileiras com espaçamento de 2,5 m x 1,0 m. Os híbridos foram obtidos mediante cruzamentos artificiais entre os genitores, seguindo a metodologia descrita por Gama et al. (2013), para isto, as flores femininas e masculinas foram protegidas, devidamente isoladas um dia anterior a antese. No dia seguinte, as flores masculinas foram retiradas das plantas para a polinização das flores femininas, após a polinização a flor feminina foi novamente protegida para evitar contaminação.

As flores femininas polinizadas foram identificadas com etiquetas indicando a data e a genealogia dos cruzamentos realizados (genitor feminino x genitor masculino). As polinizações foram efetuadas no período das 6:00 às 10:00 horas da manhã, período em que os estigmas estavam receptivos aos grãos-de-pólen.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições e cinco plantas por parcela, em espaçamento 1,5 m entre fileira e 1,0 m entre plantas. Os genitores e híbridos foram semeados em bandejas e, após 15 dias, fez-se o transplante para o campo. Foram realizadas duas colheitas, a partir de 56 e 72 dias após o plantio, devido ao ciclo tardio de amadurecimentos dos frutos de alguns dos genótipos.

Os genótipos foram avaliados quanto as características: quantidade de dias para o surgimento da primeira flor feminina (AFF); comprimento de rama principal (CRP);



massa de fruto (MF); número de frutos por planta (NF/P); produtividade (PROD); comprimento do fruto (CF); largura do fruto (LF); firmeza da polpa (FP); teor de sólidos solúveis (TSSC); espessura média de casca (EMDC); comprimento da semente (CS); largura da semente (LS); e massa de semente (MS).

Foi empregado o teste de agrupamento de médias desenvolvido por Scott e Knott (1974). E a heterose foi avaliada em relação à média dos pais [ $h_{mp} = F1_{(ij)} - (P_i + P_j)/2$ ], e em relação ao pai superior ( $h_{ps} = F1_{(ij)} - ps$ )

Onde: o valor médio do híbrido de ordem  $ij$ ; em que  $P_i$  e  $P_j$  são valores médios dos genitores de ordem  $i$  e  $j$  que originaram o híbrido  $F1_{(ij)}$ ; e  $ps$  é a média do pai superior. Os valores obtidos foram transformados em porcentagens. As análises foram obtidas a partir do programa GENES (CRUZ, 2013) e as estimativas da heterose calculadas com o auxílio do Excel.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Os valores médios dos caracteres avaliados nos genótipos diferiram entre si para todas as características avaliadas (Tabelas 2 e 3), o que evidenciou a existência de divergência genética entre eles e possibilidades de desenvolvimento de genótipos superiores, sejam híbridos ou segregantes transgressivos.

Para a maioria dos caracteres o coeficiente de variação (CV) foi inferior a 10%, o que evidenciou alta precisão experimental. Apenas para o caráter produtividade o CV mostrou-se mais elevado (21,07%) (Tabela 2), entretanto, por se tratar de um caráter, poligênico complexo e que sofre maior influência ambiental, era de se esperar. Valores semelhantes foram relatados por (FERREIRA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2008),.

Em relação a avaliação dos genótipos, oito grupos foram formados com médias variando de 33,67, no genitor 'SOL (4)', a 48,00, no genitor 'PEA (6)', pelo teste de médias do carácter antese de flor feminina (Tabela 2). O mais indicado é que os genótipos sejam precoces, pois possibilita a colheita antecipada dos frutos, sendo uma característica de grande importância para os produtores. Oito das 30 combinações avaliadas expressaram potencial para precocidade, sendo que pelo teste de médias ficaram alocados em dois grupos diferentes, o primeiro formado pelos híbridos '2x4 e 5x3', representando os mais precoces, e o segundo pelos híbridos '4x1, 2x3, 4x2, 4x3, 05x4 e 6x4'. A diferença de um grupo para o outro é de mais ou menos dois dias.

Os genótipos 'CGH (5), 5x2, 5x4, 4x6, 5x6 e 6x5', no presente estudo, foram os mais vigorosos, enquanto que os genótipos 'JNY (1), SOL (4), 1x2, 1x4, 3x2, 3x4, 4x3, 3x5 e 3x6' foram os mais compactos, com base no teste de médias para o comprimento de rama principal (Tabela 2). Plantas compactas são mais interessantes para os agricultores devido à redução no espaçamento entre elas, conseqüentemente o aumento do número de plantas por hectare que poderá resultar em aumento da produtividade, além de facilitar a realização do manejo da cultura.

Os valores médios dos genótipos, no presente estudo, variaram de 3,05, para o genitor 'KOD (3)' a 7,33, para o genitor 'CGH (5)', e para os híbridos as combinações '1x3 e 3x1' se destacaram por apresentarem valores similares ao genitor 'KOD (3)', para o carácter massa de fruto (Tabela 2), evidenciando serem genótipos promissores para menor massa de fruto, enquanto que as combinações '5x2, 5x4, 4x6, 5x6 e 6x5' apresentaram maior massa de fruto, evidenciando serem híbridos potenciais para frutos mais pesados. A procura de mercado é por genótipos de menor massa, no entanto, para a venda em fatias e abastecimento de grandes redes de hotéis a demanda continua sendo por frutos de maior massa.

Os genótipos 'KOD (3), SOL (4) e PEA (6)' se mostraram superiores aos demais. Quanto aos híbridos estes não foram superiores aos genitores, no entanto, as combinações híbridas '3x1, 1x4, 4x1, 1x6, 6x1, 2x4, 4x2 e 5x2' se mostram superiores as demais combinações, para o carácter número de frutos por planta, ou seja, são híbridos prolíficos (Tabela 2). Esse carácter traduz o aumento da produtividade, caso a massa desses frutos não seja muito reduzida.

Os genitores e híbridos foram distribuídos em dois grupos, baseado no carácter produtividade, onde o primeiro grupo, formado pelos genótipos mais produtivos, compreendeu dois dos seis genitores 'ORA (2)' e 'CGH (5)', e 21 dos 30 híbridos, enquanto que o segundo grupo, dos menos produtivos, no entanto, com produtividade satisfatória, compreendeu os demais genótipos (Tabela 2), com valores médios variando entre 24,69 t/ha, para o genitor 'KOD (3)', a 65,55t/ha, para o híbrido '6x1'.

Os genótipos foram distribuídos em sete grupos, onde os híbridos '5x6 e 6x5' formaram o grupo de maior comprimento de fruto, enquanto que os genótipos 'KOD (3), 1x3 e 3x1', formaram o grupo com menor comprimento de fruto (Tabela 2), com valores médios variando entre 19,80 cm, para o genitor 'KOD (3)', a 38,55 cm, para o híbrido '5x6'.

Os genótipos avaliados foram distribuídos em três grupos, onde 23 dos 36 genótipos apresentaram maior comprimento de fruto, enquanto que os genótipos 'KOD (3), 3x1 e 3x5' compreenderam o grupo de menor comprimento de fruto (Tabela 2), com valores médios variando entre 18,62 cm para o híbrido '3x5', a 23,09 cm, para o híbrido '04x06'. Com base nos resultados do comprimento e largura do fruto o híbrido '3x1' é um genótipo com potencial de mercado para a produção de frutos de menor tamanho.

Por outro lado, a combinação '5x6' é promissora para continuar produzindo frutos maiores.

O genitor 'JNY (1)' e os híbridos '3x1 e 1x6' mostraram ser genótipos de polpa mais firme, por terem obtidos os maiores valores médios (Tabela 2), o que implica em dizer que esses genótipos possivelmente apresentem uma maior durabilidade pós-colheita, enquanto que o genitor 'SOL (4)' e os híbridos '2x3, 3x2, 2x4, 3x4, 4x3, 5x4, 5x6, 6x4 e 5x6' se mostraram com polpa muito macia.

Os genótipos foram alocados em quatro grupos, onde a maioria apresentou valores médios para o teor de sólidos solúveis acima de 9,0 °Brix (Tabela 2), destacando o genitor 'PEA (6)' e os híbridos '1x6, 6x1, 2x6, 4x6 e 6x4' que apresentaram valores acima de 10,90 °Brix, onde foram alocados no grupo de maior concentração de açúcares e esses valores foram acima dos encontrados por Ferreira et al. (2006).

Os genitores 'CGH (5) e PEA (6)', foram alocados juntos dos híbridos '1x5, 1x6, 6x1, 2x5, 5x2, 2x6, 6x2 e 5x6' como os de maior espessura de casca (Tabela 2), o que evidencia serem os mais resistentes ao transporte e ao acondicionamento. Todavia, o resultado deste estudo (0,98 cm) foi próximo ao verificado por Bahari et al. (2012), cuja média geral encontrada pelos autores foi de 1,04 cm.

Os genótipos 'JNY (1), 1x3 e 3x1' mostraram ser os de menor comprimento de semente, seguidos dos híbridos '1x5, 5x1, 1x6, 6x1 e 3x2', enquanto que os genótipos 'ORA (2), CGH (5), 2x5 e 5x2' formaram o grupo de maior comprimento de semente (Tabela 2).

O genótipo 'JNY (1)' apresentou o menor valor médio para a largura da semente, seguido dos híbridos '1x3 e 3x1', enquanto que o genótipo 'CHG (5)' se mostrou o de maior largura de semente (Tabela 2).

O genótipo 'CGH (5)' se destacou em relação aos demais com o maior valor médio para o carácter massa da semente, enquanto que os genótipos 'JNY (1), 1x3, 3x1, 4x1, 1x6 e 6x1' apresentaram os menores valores (Tabela 2). Considerando os valores médios para o comprimento, largura e a massa da semente, as combinações híbridas que expressaram, simultaneamente, os menores valores para as três características em questão, demonstraram potencial de serem genótipos com tamanho de semente pequena.

O termo heterose é empregado para descrever a superioridade de uma combinação híbrida em relação à média dos seus genitores, podendo ser positiva ou negativa, o que indica superioridade ou decréscimo da combinação híbrida para o carácter em questão (BOS e CALIGARI 2011). Contudo, é importante mencionar que a heterose em relação à média dos pais, deve ser analisada com ressalvas, visto que se baseia na média dos genitores, assim, se um dos genitores obtiver baixo desempenho, comprometerá a estimativa da heterose, dessa forma, uma alternativa para se analisar os efeitos heteróticos, é a utilização da heterose em relação à média do pai superior (LIBÂNO, 2005).

Heterose negativa em relação à média do pai foram encontrados em 7 dos 30 híbridos estudados, o que representou 23,33% de heterose negativa para a antese de flor feminina (Tabela 3). Indicativo de que esses híbridos foram precoces, destacando a superioridade do cruzamento '05x03', com valor de -5,75%. Com relação ao pai superior, verificou-se heterose negativa em 28 híbridos para a característica em questão, sendo a maior heterose negativa expressa pelo cruzamento '2x4', com -16,67%. Já a maior heterose positiva, foi verificada no cruzamento '2x6' com 1,39%, ou seja, são híbridos precoce e tardio respectivamente.

A heterose em relação à média dos pais foi positiva para 17 dos 30 híbridos avaliados, o que representou 56,66%, destacando a combinação '2x1' com 18,93%, enquanto que a combinação '3x5' apresentou o maior valor negativo (-15,41%), para o comprimento de rama principal (Tabela 3). À heterose calculada com base na média do pai superior, apresentou valores negativos para 29 dos 30 híbridos avaliados, destacando a combinação '1x3' com valor de -30,53%, indicando potencial de ser um híbrido de planta compacta.

A heterose em relação à média dos pais foi negativa para 13 dos 30 híbridos estudados, o que representou 43,33% de heterose negativa, para a massa de fruto (Tabela 3). Indicativo de que esses híbridos apresentam a menor massa de fruto, destacando a superioridade do cruzamento '1x3', com valor de -16,61%. À heterose calculada com base na média do pai superior, verificou-se heterose negativa de 29 híbridos para a característica em questão, onde a maior heterose negativa se manifestou no cruzamento '1x3', com -30,53%. Enquanto que heterose positiva, foi verificada no cruzamento '4x6', com 6,11%. Estes híbridos que apresentaram heterose negativa têm potencial para a produção de fruto com menor massa.

A heterose em relação à média dos pais foi positiva para 13,33% dos híbridos avaliados destacando o cruzamento '5x2', que apresentou o maior valor de 22,81%, enquanto que a maior heterose negativa se manifestou no cruzamento '6x4', com -53,61%, para o número de frutos por plantas (Tabela 3). Esses resultados divergem daqueles encontrados por Souza et al. (2005), em que a heterose para o caráter em questão foi acima de 50,00%. A diferença de resultados, possivelmente, seja atribuída a diferença genética das populações estudadas.

Heterose positiva em relação à média dos pais, se manifestou em 83,33% dos híbridos, destacando o cruzamento '6x1', que apresentou o maior valor de 101,83%, seguido do híbrido '6x3', com 89,75%, enquanto que o maior valor de heterose negativa se manifestou no cruzamento '3x1', com -11,35%, para o caráter produtividade (Tabela 3). À heterose calculada com base na média do pai superior, obteve heterose positiva apenas para uma das combinações híbridas, considerando à característica em questão, onde se manifestou no cruzamento '6x1', com 10,22%. Este híbrido que apresentou heterose positiva tem potencial de ser um genótipo de alta produtividade.

A heterose em relação à média dos pais se manifestou de forma positiva em 83,33% dos híbridos, para o comprimento de fruto, destacando a combinação '5x3' com maior valor, 15,99%, seguido da combinação '6x3' com 15,40%, enquanto que a combinação '3x1' apresentou o maior valor negativo com -5,25%, seguida da combinação '1x3' com -5,13% (Tabela 3). Enquanto que para a heterose calculada com base na média do pai superior, foi encontrada heterose positiva apenas para uma combinação híbrida '5x6' com 2,99%, enquanto que a maior valor negativo se manifestou na combinação '3x1' com -46,03%, seguida da combinação '1x3' com -42,48%.

A heterose em relação à média do pai, manifestou-se de forma positiva em 70% dos híbridos, onde se destacou a combinação '4x2' com 13,25%, seguida da combinação '2x4' com 12,00%, para a largura do fruto, enquanto que a combinação '3x1' apresentou o maior valor negativo de heterose com -10,73% (Tabela 3). A heterose calculada com base na média do pai superior, apenas cinco das 30 combinações estudadas apresentaram heterose positiva, destacando a combinação '4x6' com 3,36%, enquanto que a maior heterose negativa se manifestou na combinação '3x1' com -22,87%. Os resultados da heterose para o comprimento e largura do fruto reforçam o potencial da combinação '3x1', sendo genótipo com frutos de menor tamanho.

Em relação à média dos pais, heterose positiva foram encontrados em 16,66% dos híbridos, destacando a combinação '3x1' com valor de 22,55%, enquanto que a combinação '1x3' apresentou a maior heterose negativa, com -28,63, para a firmeza da polpa (Tabela 4). Com relação a heterose calculada com base na média do pai superior, todas as combinações apresentaram heterose negativa, destacando a combinação '5x4' com -64,90, Indicativo de ser genótipo com polpa macia.

Heterose positiva em relação à média dos pais, se manifestou em 66,66% dos híbridos, destacando o cruzamento '5x1' com valor de 13,57% seguido do híbrido '2x5' com 12,81%, para o teor de sólidos solúveis (Tabela 4). Com relação a heterose calculada com base na média do pai superior, verificou-se heterose negativa para todas as combinações híbridas para à característica em questão. Esses resultados estão em concordância com aqueles relatados por Souza et al. (2005), ao avaliarem o efeito heterótico em caracteres de planta e fruto em melancias triploides, observaram que a maioria das heteroses positivas para o teor de sólidos solúveis estavam abaixo de 50,00%. Por outro lado, os híbridos do presente estudo que apresentaram heterose positiva expressam potencial de serem combinações híbridas com alto teor de sólidos solúveis.

Heterose positiva em relação à média dos pais, se manifestou em 70,00% dos híbridos, destacando o cruzamento '6x3', que apresentou o maior valor (22,65%), seguido do híbrido '03x04' com 17,13%, para a espessura média de casca (Tabela 4). A maior heterose negativa se manifestou no cruzamento '5x1' com -12,67%. Resultados similares foram encontrados por Souza et al. (2005) em que o efeito heterótico para a espessura média de casca estavam abaixo de 50,00%. Com relação a heterose calculada com base na média do pai superior, não foi verificada heterose positiva para os híbridos estudados. No entanto, os híbridos com valores positivos para a característica em



questão, expressão potencial de serem genótipos resistentes ao transporte e ao acondicionamento.

Heterose positiva em relação à média dos pais se manifestou de forma positiva em 56,66% dos híbridos, destacando as combinações '5x1 e 1x5' com 113,67% e 127,55% respectivamente, enquanto que os maiores valores de heterose negativa se manifestaram nas combinações '1x2 e 2x1' com -22,29% e -20,04% respectivamente, para o carácter comprimento de semente (Tabela 4). Com relação a heterose calculada com base na média do pai superior, apenas a combinação '5x2' apresentou efeito heterótico positivo de 2,51%, enquanto que os maiores valores de heterose negativa se manifestaram nas combinações '3x1 e 1x3' com -51,30% e -49,37% respectivamente.

A heterose em relação à média dos pais, se mostrou positiva em 10,00% das combinações híbridas, destacando a combinação '2x3' com 30,93%, enquanto que o maior valor negativo se manifestou nas combinações '3x5 e 5x3' com -31,84% e -31,06% respectivamente, para a largura da semente (Tabela 4). Com relação a heterose calculada com base na média do pai superior, não houve heterose positiva para o carácter em questão, indicativo de que houve a redução da largura da semente em todas as combinações, destacando os híbridos '1x3 e 3x1' com -55,14% e -53,63% respectivamente.

A heterose em relação à média dos pais, 90,00% dos híbridos apresentaram efeitos negativos em relação à média da massa da semente, com exceção das combinações '3x6, 6x3 e 4x6'. Com relação a heterose calculada com base na média do pai superior, verificou-se heterose negativa para todos os híbridos, destacando as combinações '1x3, 3x1 e 1x6' com o valor de -80,00% para as três combinações. Com base no comprimento, largura e massa da semente, estes resultados reafirmam o potencial das

combinações '1x3, 3x1 e 1x6' como sendo híbridos promissores para o tamanho de semente pequena.

### **CONCLUSÕES**

- 1- As combinações que se destacaram para o maior número de caracteres avaliados foram 'CHG (5)' x 'ORA (2)', 'JNY (1)' x 'PEA (6)' e 'ORA (2)' x 'CHG (5)' sendo promissoras para o desenvolvimento de híbridos comerciais precoces, com frutos compridos e com maior massa de fruto, de polpa firme, adocicados e de casca espessa;
- 2- As combinações 'KOD (3)' x 'JNY (1)' e 'JNY (1)' x 'KOD (3)' são as mais promissoras para o desenvolvimento de híbridos comerciais com menor tamanho de fruto e com semente pequena.

**REFERÊNCIAS**

- ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético de plantas**. Rio de Janeiro: USAID, 1971. 331 p.
- ASSIS, J. G. de A.; ARAÚJO, S. M. C.; QUEIRÓZ, M. A. de. Hibridação entre cultivares e uma população silvestre de melancia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 10-13, 1994.
- BAHARI, M.; RAFII, M. Y.; SALEH, G. B.; LATIF, M. A. Combining ability analysis in complete diallel cross of watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai). **The Scientific World Journal**, London, v. 2012, n. 1, p. 1-6, 2012.
- BOS, I.; CALIGARI, P. **Selection methods in plant breeding**. London: Chapman & Hall, 2011. 354 p.
- CHARLO, H. C. de O.; GALATTI, F. de S.; BRAZ, L. T.; BARBOSA, J. C. Híbridos experimentais de melão rendilhado cultivados em solo e substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 144-156, 2011.
- CRUZ, C. D. Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.
- FARIA, M. V.; MORALES, R. G. F.; RESENDE, J. T. V.; ZANIN, D. S.; MENEZES, C. B.; KOBORI, R. F. Desempenho agrônomico e heterose de genótipos de cebola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 220-225, 2012.
- FERREIRA, J. M.; MOREIRA, R. M. P.; HIDALGO, J. A. F. Capacidade combinatória e heterose em populações de milho crioulo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 332-339, 2009.
- FERREIRA, M. A. J. F.; QUEIROZ, M. A.; BRAZ, L. T.; VENCOVSKY, R. Correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente entre dez caracteres de melancia e suas implicações para o melhoramento genético. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 438-442, 2003.
- FERREIRA, M. A. J. F.; QUEIROZ, M. A.; VENCOVSKY, R.; DUARTE, J. B. Pré-melhoramento de uma população de melancia com sistema misto de reprodução. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, n. 2, p. 131-139, 2006.
- GAMA, R. N. C. S.; SANTOS, C. A. F.; DIAS, R. de C. S.; SOUZA, F. de F. Molecular characterization of watermelon cultivars using microsatellite markers. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 522-527, 2013.
- IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes/SIDRA**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/atalogo?view=detalhes&id=766/>>. Acesso em: 04 nov. de 2016.
- LIBÂNO, R. A. **Obtenção de híbridos de pimentão com resistência a nematoides de galhas *Meloidogyne incognita***. 2005, 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2005.
- MACIEL, G. M.; MALUF, W. R.; SILVA, V. de F.; GONÇALVES NETO, Á. C.; NOGUEIRA, D. W.; GOMES, L. A. A. Heterose e capacidade combinatória de

linhagens de tomateiro ricas em acilaçúcares. **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1161-1167, 2010.

MASSA, N. M. L.; ARAÚJO, I. M. L. de.; CONCEIÇÃO, M. L. da.; OLIVEIRA, C. V. C.; AQUINO, J. de S.; GONÇALVEZ, M. da C. R. Concentrado de melancia (*Citrullus vulgaris schrad*): aceitação sensorial, parâmetros microbiológicos, físico-químicos e determinação de fito nutriente. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 32, n. 1, p. 113-124, 2014.

OLIVEIRA, R. A. de; NUNES, G. H. de S.; OLIVEIRA, D. A. de; GUIMARÃES, I. P. Divergência genética entre acessos de melancia coletados no Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 3, p. 213-217, 2008.

RAMOS, A. R. P.; DIAS, R. C. S.; ARAGÃO, C. A.; BATISTA, P. F.; PIRES, M. M. L. Desempenho de genótipos de melancia de frutos pequenos em diversas densidades de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 333-338, 2012.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SOUZA, F. de F.; QUEIRÓZ, M. A. de.; DIAS, R. de C. S. Heterotic effects in triploid watermelon hybrids. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Maringá, v. 5, n. 1, p. 280-286, 2005.

SOUZA, F. F. Cultivares. In: NETO, C. R.; TEIXEIRA, C. A. D.; FERNANDES, C. F.; GAMA, F. de C.; SOUZA, F. de F.; FRANDERSON, J. E.; COSTA, J. N. M.; QUEIRÓZ, M. A. de; DIAS, R. de C.; VIZA, R.; HOLANDA FILHO, Z. F. (Ed. 21). **Cultivo da melancia em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p.34-44.

TERAO, D.; CASTRO, J. M. da C.; LIMA, M. F.; BATISTA, D. da C.; BARBOSA, M. A. G.; REIS, A.; DIAS, R. de C. S. Doenças. In: DIAS, R. de C. S.; RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. (Ed). **Sistema de produção de melancia**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/doencas.htm>>. Acesso em: 20 dez. 2016.

VIVAS, M; SILVEIRA, F. da S.; CARDISO, D. L.; PEREIRA, M. G. P.; SANTOS, P. H. D. dos.; FERREGUETTI, G. A. Capacidade combinatória e heterose para resistência a pinta-preta em mamoeiro por meio de análise dialélica. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 326-332, 2012.

**Tabela 2.** Comportamento de genitores e híbridos de melancia quanto aos caracteres número de dias para antese de flor feminina (AFF), comprimento de rama principal (CRP), massa de fruto (MF), número de fruto por planta (NF/P), produtividade (PROD), comprimento de fruto (CF) e largura de fruto (LF), firmeza da polpa (FP), teor de sólidos solúveis (TSSC), espessura média de casca (EMDC), comprimento de semente (CS), largura de semente (LS) e massa de semente (MS).

Genitores/ Híbridos	Médias												
	AFF (dias)	CRP (m)	MF (kg)	N/FP (unid.)	PROD (t.ha)	CF (cm)	LF (cm)	FP (%)	TSSC (°Brix)	EMDC (cm)	CS (mm)	LS (mm)	MS (mg)
JNY (1)	43,00 e	2,06 c	4,35 c	2,40 b	38,28 b	22,84 f	20,78 a	765,19 a	9,93 c	1,00 b	5,88 h	3,55 j	20,00 j
ORA (2)	43,67 e	2,04 c	5,13 b	1,60 c	44,00 a	25,88 e	22,34 a	508,19 b	8,90 d	1,02 b	11,93 a	7,70 b	83,33 c
KOD (3)	43,33 e	2,03 c	3,05 d	2,93 a	24,69 b	19,80 g	17,82 c	393,39 c	9,65 c	0,58 e	7,80 e	4,93 f	33,33 i
SOL (4)	33,67 h	2,46 a	4,64 c	3,33 a	35,72 b	23,95 f	21,75 a	332,61 d	10,26 b	0,86 c	8,81 c	5,63 d	50,00 f
CGH (5)	43,67 e	2,12 b	7,33 a	2,20 c	59,47 a	37,43 a	20,43 b	417,80 c	8,56 d	1,08 a	12,00 a	7,98 a	100,00 a
PEA (6)	48,00 b	2,15 b	5,39 b	3,13 a	26,68 b	30,34 c	19,88 b	570,18 b	11,52 a	1,19 a	8,83 c	5,75 d	40,00 h
1x2	44,67 d	1,79 e	4,17 c	2,13 c	41,47 b	23,11 f	21,17 a	575,61 b	9,19 d	1,04 b	6,92 f	4,15 h	30,00 i
2x1	43,00 e	2,44 a	5,44 b	1,93 c	58,12 a	25,60 e	22,82 a	464,67 c	9,56 c	0,99 b	7,12 f	4,22 h	30,00 i
1x3	46,67 c	1,71 e	3,22 d	2,27 c	34,31 b	21,53 g	19,50 b	413,46 c	8,80 d	0,72 d	6,04 h	3,58 j	20,00 j
3x1	44,00 e	2,25 b	2,55 d	2,53 b	27,91 b	20,20 g	17,23 c	709,91 a	9,85 c	0,82 c	5,81 h	3,70 j	20,00 j
1x4	43,33 e	1,92 d	3,78 c	2,33 b	39,33 b	24,68 e	21,85 a	399,33 c	10,42 b	0,94 b	7,12 f	4,52 g	30,00 i
4x1	42,00 f	2,38 a	5,06 b	2,40 b	52,24 a	23,96 f	22,17 a	547,36 b	9,81 c	0,96 b	7,00 f	4,21 h	23,33 j
1x5	45,33 d	1,92 d	5,50 b	2,20 c	52,27 a	31,86 c	22,49 a	674,51 a	8,26 d	1,12 a	6,69 g	4,05 i	26,67 i
5x1	43,00 e	2,40 a	5,15 b	1,70 c	47,27 a	30,72 c	19,97 b	432,74 c	10,50 b	0,95 b	6,87 g	4,37 g	30,00 i
1x6	45,00 d	2,28 b	5,73 b	2,70 b	48,37 a	27,28 d	22,17 a	705,82 a	11,29 a	1,09 a	6,59 g	3,99 i	20,00 j
6x1	44,67 d	2,24 b	5,90 b	2,60 b	65,55 a	26,84 d	21,64 a	571,81 b	10,90 a	1,07 a	6,75 g	4,15 h	23,33 j
2x3	42,33 f	2,25 b	5,14 b	2,53 b	48,00 a	25,75 e	21,57 a	332,33 d	9,65 c	0,81 c	9,56 b	5,99 c	56,67 e
3x2	43,67 e	2,08 c	4,61 c	2,17 c	45,45 a	24,68 e	21,58 a	347,04 d	9,92 c	0,91 c	6,76 g	4,30 h	30,00 i
2x4	40,00 g	2,27 b	5,40 b	2,40 b	47,33 a	25,45 e	22,49 a	336,05 d	10,20 b	1,01 b	9,90 b	6,17 c	53,33 f
4x2	42,33 f	2,24 b	5,63 b	2,40 b	51,81 a	25,48 e	22,74 a	393,58 c	10,21 b	1,01 b	9,57 b	6,01 c	60,00 e
2x5	46,67 c	2,16 b	6,01 b	2,10 c	49,89 a	34,62 b	21,33 a	450,79 c	9,85 c	1,11 a	11,79 a	7,52 b	76,67 d
5x2	44,33 e	2,25 b	6,40 a	2,33 b	52,93 a	32,82 b	20,94 a	434,68 c	9,04 d	1,08 a	12,23 a	7,75 b	90,00 b
2x6	48,67 b	2,27 b	5,56 b	1,73 c	42,56 b	27,06 d	21,57 a	513,44 b	10,97 a	1,07 a	9,52 b	5,81 c	50,00 f
6x2	45,67 d	2,09 c	5,27 b	2,13 c	47,84 a	27,67 d	21,55 a	532,95 b	10,24 b	1,08 a	9,30 b	5,97 c	43,33 g
3x4	43,00 e	2,14 b	3,80 c	1,60 c	33,36 b	22,90 f	20,97 a	349,97 d	9,89 c	0,84 c	7,53 e	4,70 f	30,00 i
4x3	42,00 f	2,17 b	4,70 c	1,93 c	38,07 b	23,03 f	20,42 b	324,59 d	9,24 d	0,81 c	8,97 c	5,37 e	46,67 g
3x5	48,00 b	1,76 e	4,76 c	2,13 c	39,04 b	31,51 c	18,62 c	420,02 c	9,96 c	0,88 c	7,04 f	4,40 g	30,00 i

5x3	41,00 g	2,30 b	5,61 b	2,00 c	50,49 a	33,19 b	19,65 b	375,28 c	9,02 d	0,88 c	7,10 f	4,45 g	30,00 i
3x6	52,00 a	2,08 c	4,23 c	2,20 c	32,22 b	26,12 e	19,17 b	513,51 b	9,94 c	0,97 b	8,49 d	5,33 e	40,00 h
6x3	45,67 d	2,26 b	5,50 b	2,27 c	48,74 a	28,93 d	20,15 b	415,00 c	10,52 b	1,02 b	8,58 d	5,48 e	40,00 h
4x5	47,00 c	2,09 c	6,04 b	2,07 c	45,41 a	32,07 c	20,93 a	397,98 c	9,53 c	1,02 b	9,61 b	6,06 c	56,67 e
5x4	42,33 f	2,28 b	6,47 a	2,00 c	50,72 a	33,04 b	21,58 a	268,55 d	10,02 c	1,04 b	9,66 b	6,08 c	53,33 f
4x6	45,00 d	2,61 a	6,27 a	1,87 c	53,44 a	26,89 d	23,09 a	332,95 d	11,37 a	1,01 b	9,31 b	5,64 d	46,67 g
6x4	41,67 f	2,17 b	5,13 b	1,50 c	47,26 a	28,15 d	21,70 a	322,54 d	11,52 a	1,00 b	9,10 c	5,56 d	40,00 h
5x6	46,67 c	2,22 b	6,98 a	1,93 c	59,25 a	38,55 a	19,67 b	353,83 d	10,66 b	1,09 a	9,48 b	6,04 c	50,00 f
6x5	46,00 c	2,25 b	7,28 a	1,60 c	50,75 a	36,90 a	19,71 b	425,34 c	9,90 c	1,02 b	9,55 b	6,01 c	53,33 f
CV (%)	2,3	5,2	14,0	19,2	21,7	4,8	5,0	12,2	5,5	6,0	2,5	2,8	9,1
Média Geral	44,19	2,17	5,20	2,20	45,28	27,80	20,93	453,42	9,97	0,98	8,48	5,31	43,24
Mínimo	33,67	1,71	2,55	1,60	24,69	19,80	17,23	268,55	8,26	0,58	5,88	3,55	20,00
Máximo	48,00	2,46	7,33	3,33	65,55	38,55	23,09	765,19	11,52	1,19	12,23	7,98	100,00

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo o teste de Scott & Knott (1974) ao nível de 5% de significância

**Tabela 3.** Heterose relativa em relação à média dos pais (Hmp) e ao pai superior (Hps) em genótipos de melancia, dias para antese de flor feminina (AFF), comprimento de rama principal (CRP), massa de fruto (MF), número de fruto por planta (NF/P), produtividade (PROD), comprimento de fruto (CF) e largura de fruto (LF).

Híbridos <sup>1</sup>	Heterose relativa (%)													
	AFF		CRP		MF		NF/P		PROD		CF		LF	
	Hmp	Hps	Hmp	Hps	Hmp	Hps	Hmp	Hps	Hmp	Hps	Hmp	Hps	Hmp	Hps
1x2	3,08	-6,94	-12,92	-27,27	-12,10	-43,14	6,67	-36,00	0,81	-30,27	-5,13	-38,26	-1,81	-5,24
2x1	-0,77	-10,42	18,93	-0,68	14,84	-25,71	-3,33	-42,00	41,24	-2,30	5,09	-31,61	5,84	2,15
1x3	8,11	-2,78	-16,61	-30,53	-12,83	-55,99	-15,00	-32,00	8,97	-42,31	0,98	-42,48	1,04	-12,71
3x1	1,93	-8,33	9,93	-8,41	-31,12	-65,22	-5,00	-24,00	-11,35	-53,07	-5,25	-46,03	-10,73	-22,87
1x4	13,04	-9,72	-15,04	-21,85	-15,95	-48,41	-18,60	-30,00	6,31	-33,86	5,49	-34,06	2,75	-2,19
4x1	9,57	-12,50	5,31	-3,12	12,46	-30,96	-16,28	-28,00	41,19	-12,16	2,42	-35,99	4,26	-0,76
1x5	4,62	-5,56	-8,44	-21,98	-5,75	-24,88	-4,35	-34,00	6,94	-12,12	5,72	-14,88	9,15	0,67
5x1	-0,77	-10,42	14,81	-2,17	-11,84	-29,74	-26,09	-49,00	-3,28	-20,51	1,94	-17,93	-3,08	-10,61
1x6	-1,10	-6,25	8,30	-7,06	17,59	-21,85	-2,41	-19,00	48,94	-18,66	2,59	-27,12	9,05	-0,76
6x1	-1,83	-6,94	6,09	-8,96	21,22	-19,44	-6,02	-22,00	101,83	10,22	0,94	-28,29	6,44	-3,13
2x3	-2,68	-11,81	10,57	-8,41	25,83	-29,81	11,76	-24,00	39,75	-19,29	13,44	-31,20	6,15	-3,45
3x2	0,38	-9,03	2,38	-15,20	12,72	-37,13	-4,41	-35,00	32,34	-23,57	8,72	-34,06	6,20	-3,40
2x4	3,45	-16,67	0,82	-7,73	10,44	-26,36	-2,70	-28,00	18,75	-20,41	11,43	-32,01	12,00	0,67
4x2	9,48	-11,81	-0,22	-8,68	15,17	-23,21	-2,70	-28,00	29,99	-12,88	11,56	-31,93	13,25	1,79
2x5	6,87	-2,78	3,92	-11,94	-3,52	-18,00	10,53	-37,00	-3,56	-16,11	9,37	-7,51	-0,26	-4,52
5x2	1,53	-7,64	8,09	-8,41	2,79	-12,64	22,81	-30,00	2,31	-11,00	3,68	-12,32	-2,08	-6,27
2x6	6,18	1,39	8,11	-7,73	5,76	-24,12	-26,76	-48,00	20,44	-28,44	-3,74	-27,71	2,18	-3,45
6x2	-0,36	-4,86	-0,48	-15,06	0,34	-28,01	-9,86	-36,00	35,38	-19,56	-1,57	-26,08	2,08	-3,54
3x4	11,69	-10,42	-4,75	-13,03	-1,10	-48,10	-48,94	-52,00	10,44	-43,91	4,69	-38,82	5,99	-6,13
4x3	9,09	-12,50	-3,42	-11,80	22,29	-35,83	-38,30	-42,00	26,02	-35,99	5,28	-38,47	3,21	-8,59
3x5	10,34	0,00	-15,41	-28,49	-8,22	-35,03	-16,88	-36,00	-7,23	-34,36	10,12	-15,82	-2,64	-16,65
5x3	-5,75	-14,58	10,75	-6,38	8,15	-23,44	-22,08	-40,00	19,98	-15,10	15,99	-11,33	2,75	-12,04
3x6	13,87	8,33	-0,56	-15,33	0,20	-42,34	-27,47	-34,00	25,44	-45,82	4,19	-30,22	1,70	-14,19
6x3	0,00	-4,86	8,05	-8,01	30,51	-24,89	-25,27	-32,00	89,75	-18,05	15,40	-22,71	6,90	-9,80
4x5	21,55	-2,08	-8,59	-14,79	0,87	-17,60	-25,30	-38,00	-4,59	-23,64	4,50	-14,32	-0,76	-6,31
5x4	9,48	-11,81	-0,29	-7,06	8,03	-11,76	-27,71	-40,00	6,56	-14,72	7,66	-11,73	2,32	-3,40
4x6	10,20	-6,25	13,09	6,11	25,07	-14,39	-42,27	-44,00	71,29	-10,14	-0,94	-28,16	10,93	3,36
6x4	2,04	-13,19	-5,71	-11,53	2,31	-29,97	-53,61	-55,00	51,47	-20,54	3,70	-24,79	4,25	-2,86
5x6	1,82	-2,78	3,82	-9,63	9,85	-4,70	-27,50	-42,00	37,56	-0,37	13,77	2,99	-2,41	-11,95
6x5	0,36	-4,17	5,22	-8,41	14,50	-0,66	-40,00	-52,00	17,81	-14,67	8,90	-1,42	-2,21	-11,77

<sup>1</sup> 1= 'JNY', 2= 'ORA', 3= 'KOD', 4= 'SOL', 5= 'CHG' e 6= 'PEA'.

**Tabela 4.** Heterose em relação à média dos pais (Hmp) e ao pai superior (Hps) em genótipos de melancia, para firmeza da polpa (FP), teor de sólidos solúveis (TRSSRC), espessura média da casca (EMDC), comprimento de semente (CS), largura de semente (LS) e massa de semente (MS).

Híbridos <sup>1</sup>	Heterose relativa (%)											
	FP		TRSSRC		EMDC		CS		LS		MS	
	Hmp	Hps	Hmp	Hps	Hmp	Hps	Hmp	Hps	Hmp	Hps	Hmp	Hps
1x2	-9,59	-24,78	-2,41	-20,28	3,30	-12,08	-22,29	-41,99	-26,22	-47,99	-41,94	-70,00
2x1	-27,02	-39,27	1,52	-17,07	-1,98	-16,57	-20,04	-40,32	-24,98	-47,12	-41,94	-70,00
1x3	-28,63	-45,97	-10,11	-23,63	-9,09	-39,61	-11,70	-49,37	-15,57	-55,14	-25,00	-80,00
3x1	22,55	-7,23	0,58	-14,55	3,59	-31,18	-15,06	-51,30	-12,74	-53,63	-25,00	-80,00
1x4	-27,25	-47,81	3,27	-9,55	0,90	-21,07	-3,06	-40,32	-1,53	-43,36	-14,29	-70,00
4x1	-0,28	-28,47	-2,81	-14,87	3,41	-19,10	-4,70	-41,32	-8,28	-47,24	-33,33	-76,67
1x5	14,03	-11,85	-10,65	-28,32	2,60	-5,62	127,55	-43,92	-29,75	-49,25	-55,56	-73,33
5x1	-26,84	-43,45	13,57	-8,88	-12,67	-19,66	133,67	-42,41	-24,20	-45,24	-50,00	-70,00
1x6	5,71	-7,76	5,22	-2,05	5,13	-7,87	-10,40	-44,76	-14,19	-50,00	-33,33	-80,00
6x1	-14,36	-25,27	1,62	-5,41	3,21	-9,55	-8,23	-43,42	-10,75	-47,99	-22,22	-76,67
2x3	-26,28	-56,57	4,10	-16,23	1,04	-31,74	28,15	-19,87	30,93	-24,94	-2,86	-43,33
3x2	-23,02	-54,65	7,01	-13,88	13,51	-23,31	-9,38	-43,34	-6,01	-46,12	-48,57	-70,00
2x4	-20,06	-56,08	6,51	-11,48	6,90	-15,17	0,35	-17,02	-2,30	-22,68	-20,00	-46,67
4x2	-6,38	-48,56	6,65	-11,37	6,90	-15,17	-2,99	-19,78	-4,83	-24,69	-10,00	-40,00
2x5	-2,64	-41,09	12,81	-14,55	0,15	-6,74	97,65	-1,17	-4,08	-5,76	-16,36	-23,33
5x2	-6,11	-43,19	3,61	-21,52	-2,56	-9,27	105,03	2,51	-1,15	-2,88	-1,82	-10,00
2x6	-4,77	-32,90	7,41	-4,83	1,90	-9,55	-8,29	-20,20	-13,61	-27,19	-18,92	-50,00
6x2	-1,16	-30,35	0,26	-11,17	2,85	-8,71	-10,40	-22,05	-11,23	-25,19	-29,73	-56,67
3x4	-3,59	-54,26	-0,67	-14,20	17,13	-28,93	-9,33	-36,88	-10,98	-41,10	-28,00	-70,00
4x3	-10,58	-57,58	-7,13	-19,79	12,96	-31,46	8,01	-24,81	1,70	-32,71	12,00	-53,33
3x5	3,56	-45,11	9,39	-13,57	-0,38	-25,84	80,51	-40,99	-31,84	-44,86	-55,00	-70,00
5x3	-7,47	-50,96	-0,90	-21,70	-0,38	-25,84	82,05	-40,49	-31,06	-44,24	-55,00	-70,00
3x6	6,58	-32,89	-6,08	-13,71	16,63	-18,26	2,10	-28,83	-0,19	-33,21	9,09	-60,00
6x3	-13,86	-45,77	-0,66	-8,74	22,65	-14,04	3,19	-28,08	2,62	-31,33	9,09	-60,00
4x5	6,07	-47,99	1,33	-17,27	-0,65	-14,33	118,16	-19,45	-10,95	-24,06	-24,44	-43,33
5x4	-28,43	-64,90	6,54	-13,02	1,95	-12,08	119,30	-19,03	-10,65	-23,81	-28,89	-46,67
4x6	-26,24	-56,49	4,38	-1,36	4,29	-14,61	5,56	-21,96	-0,88	-29,32	3,70	-53,33
6x4	-28,55	-57,85	5,75	-0,06	3,26	-15,45	3,17	-23,72	-2,28	-30,33	-11,11	-60,00
5x6	-28,37	-53,76	6,19	-7,46	-3,96	-8,15	114,72	-20,54	-12,02	-24,31	-28,57	-50,00
6x5	-13,90	-44,41	-1,41	-14,09	-9,84	-13,76	116,31	-19,95	-12,45	-24,69	-23,81	-46,67

<sup>1</sup> 1= 'JNY', 2= 'ORA', 3= 'KOD', 4= 'SOL', 5= 'CHG' e 6= 'PEA'.