



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE
SANTANA**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
GENÉTICOS VEGETAIS**

ROBERTA MACHADO SANTOS

**ANÁLISE DIALÉLICA E INTER-RELAÇÃO ENTRE
CARACTERES EM CULTIVARES DE MELANCIA
FORRAGEIRA**

Feira de Santana - BA
2016

ROBERTA MACHADO SANTOS

**ANÁLISE DIALÉLICA E INTER-RELAÇÃO ENTRE
CARACTERES EM CULTIVARES DE MELANCIA
FORRAGEIRA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, da Universidade Estadual de Feira de Santana como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Recursos Genéticos Vegetais.

Área de Concentração: Genética e Melhoramento de Plantas

Orientador: Dr. Nataniel Franklin de Melo

Coorientadora: Dr^a. Maria Aldete Justiniano da Fonseca

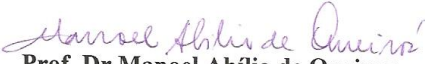
Feira de Santana - BA
2016

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr.^a Adriana Rodrigues Passos
Universidade Estadual de Feira de Santana


Prof. Dr. Ronaldo Simão de Oliveira
Universidade Estadual de Feira de Santana


Prof. Dr. Rogério Mercês Ferreira Santos
Universidade Estadual de Feira de Santana


Prof. Dr. Manoel Abílio de Queiroz
Universidade do Estado da Bahia


Prof. Dr. Nataniel Franklin de Melo
Embrapa Semiárido
Orientador e Presidente da Banca

Feira de Santana – BA

2016

Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteadó

Santos, Roberta Machado

S238a Análise dialética e inter-relação entre caracteres em cultivares de melancia forrageira / Roberta Machado Santos. – Feira de Santana, 2016.

84 f.

Orientador: Nataniel Franklin de Melo.

Coorientadora: Maria Aldete Justiniano da Fonseca.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, 2016.

1. Melancia forrageira – Melhoramento genético. I. Melo, Nataniel Franklin, orient. II. Fonseca, Maria Aldete Justiniano da, coorient. III. Universidade Estadual de Feira de Santana. IV. Título.

CDU: 582.98

Aos meus pais, Maria Gomes M. dos Santos e
Evenilson Roberto Santos, que sonham e lutam
junto comigo, e que sempre estarão juntos no meu
coração.

AGRADECIMENTOS

A Deus em sua Santíssima Trindade, pela divina misericórdia, amor e presença constante em todo o meu caminho, pela luz do entendimento do que parecia obscuro e incompreensível, por ter permitido a realização desta conquista, a ti toda HONRA e GLÓRIA.

À minha amada mãe (Maria Gomes), aquela que sempre está com a mão e o coração aberto para as minhas inquietações, mulher guerreira, na qual me espelho que me ensinou a não desistir dos meus sonhos, meu eterno amor e gratidão, esta conquista é NOSSA.

À toda minha família, em especial ao meu pai e irmão, Evenilson Roberto e Thiago Machado, por todo amor, apoio emocional e psicológico, que sempre entenderam a minha ausência.

Ao meu orientador, Nataniel Franklin de Melo, pelas palavras sensatas e pacientes nos momentos difíceis e por todo estímulo e confiança.

À minha coorientadora Maria Aldete Justiniano da Fonseca, pelos ensinamentos, confiança depositada e amizade.

À banca examinadora, pelas considerações, sugestões e correções do trabalho.

À CAPES pela concessão da bolsa de pós-graduação.

À Embrapa Semiárido pela infraestrutura concedida durante o desenvolvimento do trabalho.

Aos funcionários do Campo Experimental Mandacaru, Bebedouro e Metabolismo Animal – Embrapa Semiárido, pelo apoio durante os experimentos.

A Fábio Adriano de Sá, pela atenção, cuidado, apoio e amizade.

À coordenação, ao secretário, aos professores e colegas do programa de pós-graduação em recursos genéticos vegetais pelo aprendizado, orientações e companheirismo.

À Casa de Estudantes de Uibaí-Ba na cidade de Feira de Santana-Ba, Nilva, Jardel, Lucas, Jandir, Deisiane e Ariane, que sempre estiveram de portas e braços abertos.

Aos estagiários da Embrapa Semiárido, Tiago Lima, Lucas Sampaio, Deisy Aquino, Rafaela Ribeiro, Caroene Araújo, Pedro Nascimento, Vanessa Meyla e Evelyn Sophia, sem vocês não teria concluído todas as avaliações, minha eterna gratidão pela dedicação e abraços fraternos.

À toda equipe do Laboratório de Biotecnologia, funcionários, bolsistas e estagiários, pelo companheirismo e ajuda na realização dos trabalhos.

Ao professor Doutor Mário Queiroz e toda equipe do laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) em especial a Núbia Araújo, por toda a estrutura física e humana concedida para a realização das análises.

A todos os integrantes do Polo da Universidade Aberta do Brasil – Juazeiro (Ba), pela amizade e apoio durante todos os momentos desta jornada.

À comunidade Shalon, da Diocese de Juazeiro-Ba, por todas as orações, ensinamentos e pela redescoberta da minha fé.

A todos os meus amigos, em especial a Andrea Santos, Liliane Filipe, Jorge Messias, Rosângela Cunha, Taiane Dantas, Uilson Viana, Márcia Coelho, Livia Brandão, por terem apoiado a construção deste percurso e entenderem as minhas ausências.

RESUMO

Este trabalho objetivou identificar genitores e híbridos de melancia forrageira promissores para o melhoramento da cultura, para isto foi estimada a heterose, capacidade geral e específica de combinação, além disto, determinou-se a correlação fenotípica, a análise de trilha entre os caracteres morfoagronômicos e bromatológicos. Foram avaliados cinco genitores; LPG (1), VM (2), MR (3), BGCIA 228 (4) e Jojoba (5) pertencentes ao BAG da Embrapa Semiárido, os dez híbridos F_1 's foram obtidos a partir de cruzamentos dialélicos balanceados. Foi utilizado um delineamento em blocos casualizados completos, com três repetições e oito plantas por parcela. Foram avaliadas as seguintes características: FRP, FRN, PP, FRC/DT, CES, PES, TSS, NS, P100S, PFS, PSS, ProdF, PB, FDN, DIVMS, EE e K. Observou-se entre os genótipos potencialidade para a exploração em programas de melhoramento. A escolha de frutos alongados levou em consideração à preferência dos agricultores, resultando na seleção de todos os genitores que expressam esta característica. Os híbridos foram obtidos e avaliados com o intuito de selecionar os mais promissores para a obtenção de progênes superiores aos seus pais para as características avaliadas. Em relação à produção, os híbridos 1x4 e 4x5 destacaram-se para obtenção de progênes mais proflíticas. As heteroses para as características bromatológicas foram baixas, exceto para K. A capacidade geral de combinação indicou a potencialidade do genitor VM para obtenção de progênes com maiores teores de PB e EE, assim como MR poderá contribuir com aumento da produção de frutos. A partir da capacidade específica de combinação verificou-se que o híbrido 1x4 sobressaiu para FRP, NS, PSS e EE, já os híbridos 2x4, 3x4 e 3x5 destacaram-se para FRN, DIVMS e PB, respectivamente. A partir da correlação fenotípica observou-se que frutos com maior FRC/DT possuirão maiores PES e FRP, no entanto menor PB. A análise de trilha em crista, com variável dependente PP, apresentou efeitos diretos positivos e baixos para a maioria dos caracteres, além disto, indicou a redução nos teores de PB e FDN, características importantes para as forrageiras. A análise de trilha mostrou-se que o EE pode ser usado na seleção de progenitores com maiores teores de PB. Este trabalho traz as primeiras informações sobre o pré-melhoramento desta cultura, contribuindo com a obtenção de progênes mais produtivas e compostas de maiores teores de EE e PB, elementos importantes para o aumento da produtividade animal.

Palavras-chave: Citroides. Melhoramento vegetal. Forragem. Caracteres morfoagronômicos. Bromatologia.

ABSTRACT

This study aims to identify promising progenitors and hybrids for crop improvement of the forage watermelon, for this purpose the heterosis, general and specific combination capacities were estimated, in addition, the phenotypic correlation, the path analysis between morphoagronomic and bromatological characteristics were determined. Five progenitors were evaluated; LPG (1), VM (2), MR (3), BGCIA 228 (4) and Jojoba (5) belonging to Embrapa Semiárido's BAG, the ten F_1 's were obtained from balanced diallel crossing. An augmented design in complete randomized blocks, with three replications and eight plants per plot was used. The following characteristics were evaluated: FRP, FRN, PP, FRC/DT, CES, PES, TSS, NS, P100S, PFS, PSS, ProdF, CP, NDF, IVDMD, EE and K. Among the genotypes, potentiality for exploitation in crop improvement programs was observed. The choice of elongated fruit took into account the preference of agriculturists, resulting in the selection of all progenitors expressing this feature. The hybrids were obtained and evaluated in order to select the most promising for obtaining superior progenies to their genitors for the evaluated characteristics. Regarding the production, hybrids 1x4 and 4x5 stood out in obtaining more prolific progenies. The heterosis for bromatological characteristics was low, except for K. The general combining ability indicated the potential of the progenitor VM in obtaining progenies with higher CP and EE levels, as well as MR can contribute to increase fruit production. From the specific combining ability, it was verified that the hybrid 1x4 mostly showed FRP, NS, PSS and EE, as the hybrids 2x4, 3x4 and 3x5 displayed FRN, IVDMD and CP, respectively. From the phenotypic correlation, it was observed that the fruit with enhanced FRC/DT will possess greater PES and FRP, however less CP. The ridge path analysis, with PP dependent variable showed positive and low direct effects to the majority of the characteristics, moreover, indicated the reduction in the CP and NDF contents, important characteristics to the forage plants. The path analysis showed that the EE may be used in the selection of progenitors with higher PB levels. This work provides the first information on the pre-improvement of this culture, contributing to the achievement of more productive progenies and composed of higher levels of EE and CP, important elements for increased animal productivity.

Keywords: Citroides, Vegetal improvement, Fodder, Morphoagronomic, Bromatological characteristics

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Valores médios da relação comprimento/diâmetro (C/D), espessura da polpa (EP) e casca (EC), teor de sólidos solúveis (TSS), peso médio por fruto (PF), número de frutos (NF) e produção média de frutos por planta (PFP) em cinco cultivares experimentais e dez híbridos de melancia forrageira. 43

Tabela 2. Heterose em relação à média dos pais (h_{mp}), em relação ao pai superior (h_{ps}), em relação à variedade local Jojoba (h_{vl}) em relação comprimento/diâmetro (C/D), espessura da polpa (EP) e casca (EC), teor de sólidos solúveis (TSS), peso médio por fruto (PF), número de frutos (NF) e produção média de frutos por planta (PFP) de dez híbridos de melancia forrageira. 44

Tabela 3. Valores médios do número de sementes por fruto (NS), peso de 100 sementes (P100S), peso fresco das sementes (PFS), peso seco das sementes (PSS), produção fresca de sementes (ProdF) em cinco cultivares experimentais e dez híbridos de melancia forrageira. 45

Tabela 4. Heterose em relação à média dos pais (h_{mp}), em relação ao pai superior (h_{ps}), em relação à variedade local Jojoba (h_{vl}) em relação ao número de sementes por fruto (NSF), peso de 100 sementes (P100S), peso fresco das sementes (PFS), peso seco das sementes (PSS), produção fresca de sementes (ProdF) de dez híbridos de melancia forrageira. 46

Tabela 5. Valores médios do teor de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), extrato etéreo (EE) e potássio (K) em cinco cultivares experimentais e dez híbridos de melancia forrageira. 47

Tabela 6. Heterose em relação à média dos pais (h_{mp}), em relação ao pai superior (h_{ps}), em relação à variedade local Jojoba (h_{vl}) para teor de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), extrato etéreo (EE) e potássio (K) de dez híbridos de melancia forrageira. 48

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Análise de variância de doze caracteres avaliados em um esquema de cruzamentos dialélicos parciais, envolvendo cinco genótipos de melancia forrageira. 63

Tabela 2. Componentes quadráticos e variância de doze caracteres avaliados em um esquema de cruzamentos dialélicos parciais, envolvendo cinco genótipos de melancia forrageira.	64
Tabela 3. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação de cinco genitores de melancia forrageira para doze caracteres.	65
Tabela 4. Estimativas da capacidade específica de combinação em dez híbridos de melancia forrageira, para doze caracteres.	66

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Coeficientes de correlação simples de Pearson entre 13 caracteres; FRC= Comprimento do fruto; FRC/DT= relação comprimento/diâmetro; PES= espessura da polpa; CES= espessura da casca; FRP= peso médio do fruto; FRN=número de frutos por planta; PP= produção média de frutos por planta; NSF= número de sementes por frutos; PFS= peso fresco das sementes; PB= proteína bruta; FDN= fibra em detergente neutro; DIVMS= digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca e EE= extrato etéreo.	80
Tabela 2. Estimativa dos efeitos diretos (diagonal e negrito) e indiretos (fora da diagonal) de 13 caracteres agronômicos sobre a produção de frutos por planta (PP) em melancia forrageira obtidos pela análise de trilha em crista	81
Tabela 3. Estimativa dos efeitos diretos (diagonal e negrito) e indiretos (fora da diagonal) de 13 caracteres agronômicos sobre teor de proteína bruta (PB) em melancia forrageira obtidos pela análise de trilha em crista.	82
Tabela 4. Estimativas dos efeitos diretos e indiretos do número de sementes por fruto (NS), espessura de casca do fruto (CES) e teor de extrato etéreo (EE) sobre a variável básica teor de proteína bruta (PB) em melancia forrageira obtidos pela análise de trilha.	83

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	13
REFERÊNCIAS	22
CAPÍTULO 1- Heterose em melancia forrageira	28
1.1 Introdução	30
1.2 Material e Métodos	31
1.3 Resultados e Discussão	34
1.4 Conclusão	39
1.5 Referências	40
CAPÍTULO 2 - Capacidade de combinação em melancia forrageira	49
2.1 Introdução	51
2.2 Material e Métodos	53
2.3 Resultados e Discussão	55
2.4 Conclusão	59
2.5 Referências	59
CAPÍTULO 3- Inter-relação entre caracteres morfoagronômicos e bromatológicos em melancia forrageira	67
3.1 Introdução	69
3.2 Material e Métodos	71
3.3 Resultados e Discussão	73
3.4 Conclusão	77
3.5 Referências	77
CONCLUSÃO GERAL	84

INTRODUÇÃO GERAL

As regiões Semiáridas são frequentemente caracterizadas pela distribuição irregular de chuva, resultando em déficit hídrico para a maioria das plantas cultivadas (LIRA et al., 2009). A pluviometria e a distribuição da precipitação são altamente irregulares dentro e entre anos, o que compromete a produção de forragem nestas regiões, já que no período chuvoso ocorre uma elevada produção em contraste com o período seco quando a produção é muito baixa ou inexistente, reduzindo quantitativamente e qualitativamente, a alimentação disponível (OLIVEIRA et al., 2010) e prejudicando, consequentemente, os rebanhos.

Durante um longo período, a alimentação animal no Semiárido manteve-se estritamente com o uso exclusivo da vegetação nativa da caatinga. No entanto, a partir das últimas décadas, têm-se observado um esforço para se produzir a alimentação do rebanho por meio dos cultivos de plantas forrageiras (MOREIRA et al., 2007). Contudo, em decorrência do déficit de forragem de boa qualidade nos períodos secos, o armazenamento da quantidade excedente produzida no período chuvoso tem sido proposto para minimizar este problema.

Devido à periodicidade destas longas secas, buscam-se estratégias de convivências com o semiárido, que garantam a segurança hídrica e alimentar. Estas ações envolvem o uso estratégico das forrageiras, desde a utilização de forrageiras adaptadas às condições de semiaridez às técnicas de fenação e silagem (BAPTISTA; CAMPOS, 2013).

Tais aspectos evidenciam a vulnerabilidade dos agricultores familiares de sequeiro, que geralmente não possuem infraestrutura para abastecimento de água e usam o extrativismo como fonte de renda. Longas secas alteram a economia local, com elevação dos preços dos volumosos e concentrados para os rebanhos (RODRIGUES, 2010), causando prejuízos diretos para os agricultores.

Neste contexto, a melancia forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) é considerada uma alternativa viável (MORAES et al., 2007), pois é tolerante ao déficit hídrico e a altas temperaturas. Além disto, os frutos maduros podem ser armazenados de forma fácil e econômica, por um período de 8 a 12 meses (OLIVEIRA; BERNARDINO, 2000; SILVA et al., 2009).

C. lanatus var. *citroides* (L.H. Bailey) Mansf. pertence a família Cucurbitaceae, subtribo Benincasinae, o gênero *Citrullus*, o qual possui quatro espécies; *C. lanatus*, *C.*

colocynthis, *C. ecirrhosus* e *C. naudinianus* (ROBINSON; DECKER-WALTERS, 1996), sendo que *C. lanatus* possui duas variedades, a *lanatus* e a *citroides*, esta última considerada silvestre e apresenta maior variabilidade genética (LAGHETTI; HAMMER, 2007; MUJAJU, 2009).

Segundo Silveira et al. (2005), *C. lanatus* var. *citroides* é um híbrido natural do cruzamento entre *C. lanatus* e *C. colocynthis*. São monóicas, alógamas e o pólen é pegajoso, impossibilitando a anemofilia, sendo abelhas, borboletas, besouros e formigas responsáveis pela polinização (MCGREGOR, 1976; MALERBO-SOUZA et al., 1999).

A África é considerada como provável centro de origem e diversidade de *Citrullus*. O fruto da variedade *citroides* é utilizado para alimentar animais, em diversas regiões do mundo. Sendo utilizados na alimentação humana, na Ilha de Córsega (França) a polpa é consumida cozida em forma de compota (LAGHETTI; HAMMER, 2007; MUJAJU, 2009). No Mali (Tombouctou), as sementes são utilizadas na extração de óleo, servindo como fonte de proteína e energia (DAHL JENSEN et al., 2011). Outro caráter desta variedade é a presença de casca dura, que conforme Mujaju (2009) é composta por um mesocarpo externo que contém uma região de braquiesclereides mais extensa e ampla, que confere a dureza e resistência.

A melancia forrageira (Figura 1), conhecida também como melancia-de-porco, do mato, de cavalo ou caiana, chegou ao Brasil por meio dos escravos (DANE; LIU, 2007; DAHL JENSEN et al., 2011), adaptando-se bem as condições do Nordeste, bem como em outras regiões do Brasil. A sua disseminação ocorreu por meio de cruzamentos naturais com outros tipos de melancia. Possui polpa branca (Figura 2) geralmente consistente e com baixo teor de sacarose, alta aceitabilidade pelos ruminantes, resistência à seca e fácil cultivo (GRICHAR et al., 2001; SILVA, 2003; LAGHETTI; HAMMER, 2007; MORAES et al., 2007 e MUJAJU et al., 2010).

Esta espécie tem sido cultivada em pequena escala por pequenos produtores do Nordeste brasileiro. Em períodos de seca, esta cultura permitiu que os criadores mantivessem os animais, sem a necessidade de vendê-los a preços baixos, ou mesmo transferi-los para locais distantes, acarretando aumento dos custos (OLIVEIRA, 1999).

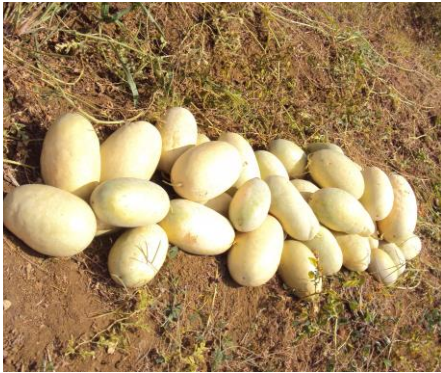


Figura 1: *Citrulus lanatus* var. *citroides*



Figura 2: Genótipo de melancia forrageira

A maioria dos estudos relacionados à variedade *citroides* estão envolvidos com a transferência de genes de resistência a doenças e pragas para a melancia de mesa. Pois *C. lanatus* var. *citroides* é considerada fonte valiosa de resistência a doenças e pragas (SIMMONS; LEVI, 2002). Em um trabalho realizado por Silveira et al. (2005) observaram que genótipos de *citroides* apresentaram resistência aos potyvirus *Papaya ringspotvirus* – tipo watermelon (PRSV –W) e *Zucchini yellow mosaic vírus* (ZYMV).

Thies e Levi (2007) identificaram resistência em um acesso de *citroides* aos nematoides *Meloidoggyne incognita* e *M. arenaria*, responsáveis por promover impactos severos no rendimento da melancia. Ren et al. (2012) e Wechter et al. (2012) detectaram a resistência a *Fusarium* por *C. lanatus* var. *citroides*, assim como a antracnose (BOYHAN et al., 1994) e ao oídio (TETTEH et al., 2010).

Desta forma, genótipos de *citroides* podem ser uma fonte útil de resistência para o desenvolvimento de cultivares de melancia de mesa e de melancia forrageira mais resistentes a diversos patógenos.

Além disto, os frutos da melancia forrageira podem ser considerados adequados para a alimentação animal, de acordo com Silva et al. (2009), ao avaliarem a inclusão de farelo de melancia forrageira em dietas a base de guandu, determinaram a composição química desta forrageira a qual apresentou teor de proteína bruta (PB) de 18,73%, fibra em detergente neutro (FDN) de 38,82%, fibra em detergente ácido (FDA) de 34,06%, extrato etéreo (EE) de 10,39%. Oliveira e Bernardino (2000) analisaram a composição das sementes e frutos de

melancia, individualmente, encontraram para o fruto teores de PB e EE de 9,43% e 1,11%, respectivamente, enquanto que para as sementes os valores foram 30,62% e 26,04%, respectivamente.

Mustafa e Alamin (2012) reportam o potencial da utilização desta forrageira como suplemento protéico e energético na alimentação animal em substituição às sementes de algodão, amendoim, soja e girassol, por apresentarem altos teores de proteína (20,9%) e gordura (30,1%), e baixo teor em fibra bruta (38,4%). Estes valores de proteína são superiores aos encontrados em alimentos tradicionalmente fornecidos aos animais no semiárido, como o sorgo em grão (8,66%), caroço de algodão (5,17%), milheto (8,42%), raspa de mandioca (5,62%) e palma forrageira (8%) (MORAES et al., 2011).

Seus frutos são caracterizados pelo alto aporte de água, variando de 89% (KNIGHT, 1995) a 96% (BOTHÁ, 1982), logo são considerados uma alternativa de fonte hídrica para os animais, principalmente na estação seca. Devido à baixa constituição de matéria seca (MS), em torno de 10%, a melancia forrageira não pode ser a única fonte alimentar dos animais por não possibilitar o consumo mínimo de MS, já que o exigido deve estar entre 2 a 3% do peso do animal (OLIVEIRA, 1999).

O incremento de 30 a 40 kg de melancia/dia na época seca, por pequenos produtores de leite no semiárido, promove uma produção de 5 a 7L de leite/vaca/dia. Esta produtividade é verificada mesmo quando o restante da alimentação é constituído por restos de culturas secos ou pasto de capim-bufel que durante o período seco apresenta baixo teor protéico. Assim, a melancia forrageira pode ser utilizada como alimento estratégico, fornecendo água e alimento na estação seca juntamente com outras forrageiras. Por ser um alimento aquoso e rico em minerais, esta forrageira contribui para a manutenção da flora microbiana do rúmem, favorecendo a digestão dos alimentos. A suplementação de bovinos no período seco com a melancia favoreceu ganhos de peso, variando de 30 a 45 kg. Em condições de pastejo de capim-bufel durante 90 dias, novilhos ganharam 26,5 kg, enquanto que os animais que foram suplementados com 25 kg de melancia forrageira/dia ganharam 33 kg (OLIVEIRA, 1999; OLIVEIRA; BERNARDINO, 2000).

A produtividade da melancia forrageira, quando em regime dependente de chuvas, está estritamente relacionada à quantidade e a distribuição de chuvas durante o ciclo da

cultura. Entretanto, a fertilidade do solo constitui parâmetro que interfere no rendimento da cultura e associada a disponibilidade de água no solo resultam em produtividades que variam entre 10 e 60 t/ha. Contudo, mesmo em condições de déficit hídrico, após a germinação, esta forrageira recupera-se rapidamente, o que sugere a adaptação a regiões semiáridas. A melancia forrageira, quando plantada em um solo com fertilidade natural baixa e chuva regular, pode produzir cerca de 25 toneladas de fruto/ha, enquanto que cultivo em sequeiro, sem adubação, mas consorciada com milho, a produtividade pode chegar a 30 toneladas de frutos/ha, considerando uma distribuição de chuvas em média de 500 mm (OLIVEIRA, 1999; OLIVEIRA; BERNARDINO, 2000).

Conforme Silva et al. (2009), esta forrageira pode ser transformada em farelo durante o seu estágio mais adiantado de maturação, sendo uma alternativa para conservar alimento para os animais no semiárido. O farelo pode ser estocado por 3 a 4 anos se isento de umidade. Este tempo de conservação, adicionado aos 8-12 meses que a forrageira pode ser conservada naturalmente, armazenada no campo a céu aberto, constitui sua principal vantagem como alimento alternativo.

Em decorrência das inúmeras vantagens desta espécie como recurso forrageiro alternativo para os produtores, principalmente para o Semiárido brasileiro, e da escassez de informações sobre as características morfofisiológicas, produtivas e nutritivas da melancia forrageira, há necessidade de selecionar genótipos mais promissores e que atendam aos padrões exigidos pelo setor agropecuário e que possam ser conduzidas sobre sistemas de produção eficientes e de baixo custo. Essas informações podem ser obtidas por meio da seleção de genótipos em programas de melhoramento, que permitam identificar potenciais progenitores para inserção de caracteres de importância morfoagronômica. Entretanto, faz-se necessária a realização de um pré-melhoramento da espécie quando se deseja utilizar materiais provenientes de bancos ativos de germoplasma.

Segundo Nass e Paterniani (2000), pré-melhoramento é a alternativa mais promissora para vincular recursos genéticos e programas de melhoramento. Para Nass (2011), o pré-melhoramento, busca identificar genes e/ou características de interesse em germoplasma, aparentemente sem valor agrônomico, a partir de populações de parentes silvestres ou raças locais, que não foram submetidas ao melhoramento. Outro conceito proposto por Guimarães

(2011) diz respeito ao fato de que o pré- melhoramento é qualquer atividade do melhoramento que faz uso de materiais não adaptados e disponíveis nos bancos de germoplasma e os coloca à disposição para o desenvolvimento de linhagens melhoradas, ou seja, genótipos com características agronômicas exigidas pelo produtor e o mercado.

De acordo com Nass (2011), as principais contribuições do pré-melhoramento estão relacionadas à síntese de novas populações base para os programas de melhoramento, identificação de genes potencialmente úteis, identificação e estabelecimento de novos padrões heteróticos, melhor conhecimento do comportamento *per se* e em cruzamentos dos acessos, maior quantidade e qualidade das informações sobre os acessos, estabelecimento de coleções nucleares e a maior probabilidade de uso dos recursos genéticos vegetais. Contudo, o autor ressalta que, dentre essas contribuições, há aquelas relacionadas a geração de novas populações base e a identificação de padrões heteróticos, fundamentais para explorar o vigor híbrido.

A partir do vigor híbrido ou heterose, pode-se estimar a manifestação do aumento de um determinado caráter no híbrido (SILVA, 2002). O híbrido expressa heterose quando é superior à média dos genitores, podendo ser considerada heterose positiva, quando uma característica avaliada em um híbrido é maior ou heterose negativa quando a característica é menor (SILVA, 2002; BORÉM; MIRANDA, 2013).

De acordo com Borém e Miranda (2013) diversos estudos visam compreender os princípios genéticos que controlam a heterose, porém acredita-se que vários mecanismos gênicos estão envolvidos. No entanto a contribuição de cada um é variável de acordo com a espécie. As principais causas da heterose seriam: a dominância parcial de genes ligados, ação gênica complementar, eliminação de efeitos deletérios dos genes recessivos pela introdução do alelo dominante e aumento do estímulo fisiológico com alelos múltiplos que podem conter efeitos fisiológicos diferentes.

Pinto (2009) ressalta que a dominância e a sobredominância, são atualmente apontadas como as hipóteses, responsáveis pelo vigor híbrido. Assim na dominância a heterose ocorre pelo aumento das proporções de genes que tenham ao menos um alelo dominante, pois os alelos dominantes acobertariam a ação dos alelos recessivos, que seriam deletérios. A sobredominância é explicada quando a enzima sintetizada no heterozigoto difere

da produzida pelo homozigoto, ou o heterozigoto é capaz de produzir dois tipos diferentes de enzima, sugerindo maior adaptação do que o homozigoto e a síntese intermediária da enzima no heterozigoto seria favorável para a planta (RAMALHO et al., 1990; PINTO, 2009; BORÉM; MIRANDA, 2013).

Diante disso, é possível estimar os efeitos gênicos envolvidos na determinação dos caracteres, pois por meio de cruzamentos dialélicos, bem como verificar a potencialidade de cada genótipo em transmitir determinados caracteres para seus descendentes (CRUZ; REGAZZI, 1994).

Geralmente os caracteres quantitativos são controlados por vários genes (interação gênica), assim busca-se determinar o tipo de interação alélica predominante (RAMALHO et al., 1990). De acordo com o comportamento dos híbridos F_{1s} , pode-se estimar a capacidade geral de combinação (CGC), a qual se refere à habilidade de um genitor produzir progênie com dado comportamento, sendo possível indicar os genitores a serem utilizados em programas de melhoramento, geralmente associados com efeito gênico aditivo (CRUZ; REGAZZI, 1994; BORÉM; MIRANDA, 2013).

Para Pinto (2009) o valor genético aditivo do progenitor, reflete a porção de seu genótipo capaz de ser transferida aos seus descendentes, não importando qual seja o outro progenitor que participe do cruzamento. O autor evidencia que a CGC depende da qualidade genética do indivíduo, nos distintos *loci* que controlam o caráter, assim como do nível de homozigose desses *loci*.

Enquanto que o comportamento de uma combinação específica, chamado de capacidade específica de combinação (CEC), é útil para indicar a combinação mais favorável para os caracteres escolhidos, geralmente ligados aos efeitos gênicos não aditivos (CRUZ; REGAZZI, 1994; BORÉM; MIRANDA, 2013). A CEC reflete o efeito de interação entre os alelos procedentes de cada parental e o efeito das interações entre alelos de diferentes *loci* envolvidos na transmissão do caráter (PINTO, 2009).

Quando duas linhagens se complementam de forma satisfatória, é porque possuem boa capacidade específica de combinação e o híbrido produzido pelo seu cruzamento apresenta alto vigor, por conter maior número de alelos dominantes favoráveis do que ambos os genitores isoladamente. É de interesse do melhorista as combinações híbridas, com

estimativas de CEC mais favorável que envolvam pelo menos um dos genitores que tenha apresentado o mais favorável efeito de CGC (CRUZ; REGAZZI, 1994; BORÉM; MIRANDA, 2013). No caso da melancia forrageira, os estudos relacionados à CGC e CEC podem ser úteis para o desenvolvimento de populações melhoradas.

Embora existam trabalhos que avaliam a capacidade de combinação e específica em melancia de mesa (FERREIRA et al., 2002; SOUZA et al., 2002; SOUZA et al., 2004; SINGH et al., 2009; GVOZDANOVIC-VARGA et al., 2011; BAHARI et al., 2012; SOUZA et al., 2013 e SAPOVADIYA et al., 2014) e forrageiras como *Pennisetum glaucum* (milheto) (OUENDEBA et al., 1993; ALI et al., 2001; PRESTERL; WELTZIEN, 2003; EL-HOSARY et al., 2004), *Medicago* spp (alfafa) (COCKS, 1982), *Pennisetum purpureum* (capim elefante) e milheto (PEREIRA et al., 2006), *Sorghum bicolor* (sorgo) (UMAKANTH et al., 2012), são incipientes os estudos com melancia forrageira, o que traduz o caráter inédito deste trabalho.

Além da influência poligênica, um caráter pode estar associado a outro, e por meio da correlação pode-se avaliar a magnitude e o sentido das relações entre dois caracteres. O conhecimento da correlação entre caracteres é importante quando se deseja fazer seleção simultânea de características, ou quando um caráter de interesse apresenta baixa herdabilidade, problemas de medição ou de identificação, este método é útil na seleção indireta de determinadas características, já que em alguns casos pode levar a progressos mais rápidos (CARVALHO et al., 1999; CRUZ, 2006).

Segundo Ramalho et al. (1990) a pleiotropia seria uma das causas de correlação genética, como neste mecanismo gênico um gene controla dois ou mais caracteres, um gene pleiotrópico em certos casos afeta a expressão de caracteres que são aparentemente divergentes. Contudo, a correlação poderá causar vantagem ou desvantagem no melhoramento. Ocorrerá vantagem quando os fenótipos associados foram favoráveis, contudo se um caráter favorável estiver associado a outro desfavorável, poderá dificultar os ganhos na seleção (CRUZ; REGAZZI, 1994).

Em programas de melhoramento sempre se busca obter genótipos mais produtivos, no entanto o caráter pode estar associado a diferentes fatores. A partir da correlação podem-se

identificar os caracteres que podem ser utilizados na seleção indireta da produtividade (CARVALHO et al., 2002).

Apesar da importância das estimativas do coeficiente de correlação para a compreensão de um caráter complexo, esta análise não mensura os efeitos diretos e indiretos dos caracteres em relação a um determinado caráter de maior importância, essas informações são obtidas por meio da análise de trilha. A análise de trilha é um estudo da decomposição do coeficiente de correlação, permitindo avaliar se a relação entre duas variáveis é de causa e efeito ou é determinada pela influência de outra/outras variáveis (CRUZ; REGAZZI, 1994; CRUZ, 2006).

De acordo com Carvalho et al. (1999), para a quantificação dos efeitos diretos e indiretos entre as variáveis explicativas sobre uma variável básica, é necessário estimar coeficientes de trilha, obtidos por meio de equações de regressão em que as variáveis são previamente padronizadas. A estimação desses coeficientes pode ser adversamente afetada pelos efeitos de multicolinearidade entre os caracteres envolvidos (MOREIRA et al., 2013).

A multicolinearidade se faz presente quando existe algum nível de inter-relação entre as variáveis independentes. Com isso, é necessário testar o grau de multicolinearidade entre as variáveis explicativas, assim, será possível avaliar a associação entre caracteres, evitando que ocorra uma estimativa inconsistente do coeficiente de regressão, bem como uma superestimativa dos efeitos diretos, consequentemente uma interpretação equivocada (CRUZ; CARNEIRO, 2003; COIMBRA et al., 2005; CRUZ, 2006).

O diagnóstico da multicolinearidade é possível pelo método de Montgomery e Peck (1981), o qual é baseado pelo número de condição (NC); sendo estimado pela razão entre o maior e o menor autovalor da matriz. Se $NC < 100$, a multicolinearidade é considerada fraca e não constitui problema para a análise, caso seja entre $100 \leq NC \leq 1000$, a multicolinearidade é considerada de moderada a forte e se $NC \geq 1000$, é considerada severa, caso ocorra esses dois últimos casos opta-se pela análise de trilha em crista, para minimizar os efeitos adversos da colinearidade. Além disto, uma constante k é introduzida na diagonal da matriz $X'X$, e o valor de k deve ser o menor valor para o qual a maioria dos coeficientes de trilha esteja estabilizada (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

Os programas de melhoramento de forrageiras devem buscar a obtenção de novos materiais que possam aumentar a qualidade e a quantidade de forragem, ressaltando como características de maior interesse no processo de avaliação a qualidade forrageira, produção de sementes, resistência a pragas e doenças, persistência, resistência a seca e tolerância à salinidade (MENEZES, 2011).

O desenvolvimento de cultivares produtivas e com qualidade superior em termos nutricionais possui finalidade de servir como uma alternativa para a alimentação animal. Assim, a obtenção de híbridos, permite selecionar genótipos superiores aos genitores para características relevantes para a alimentação animal e fornecer parâmetros para a escolha das combinações híbridas mais promissoras.

Diante do exposto, este trabalho objetivou estimar a heterose em relação à média dos pais, ao pai superior e em relação a uma variedade local, a capacidade geral e específica de combinação, a correlação fenotípica para as características morfofisiológicas, produtivas e bromatológicas da melancia forrageira, bem como análise de trilha em crista para as variáveis básicas, produção de frutos por planta visando auxiliar no processo de seleção em programas de melhoramento genético.

REFERÊNCIAS

- ALI, A.M.; HASH, C.T.; IBRAHIM, A.E., RAJ, A.G.B. Population Diallel of Elite Medium- and Long-Duration Pearl Millet Composites. **Crop Science**, v 41, n 3, 2001.
- 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**. v 2012. Article ID 543158. 2012.
- BAPTISTA, N.Q.; CAMPOS, C.H. Convivência com o Semiárido e suas Potencialidades. In: CONTI, I; SCHROEDER, E.O. **Convivência com o Semiárido Brasileiro: Autonomia e Protagonismo Social**. Editora IABS, Brasília-DF, Brasil. 2013. 208 p.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. 6 edição. Viçosa, MG. Ed. UFV, 2013.
- BOTHA, F. C. Water Conservation in the fruit of the tsamma of the Kalahari. **Veld & Flora** v. 68.p 66-67.1982.

BOYHAN, G.E.; NORTON, J.D.; ABRAHAMS, B.R.; WEN, N.H. A new source of resistance to anthracnose (Race 2) in watermelon. **HortScience** v. 29, p111–112.1994.

CARVALHO, C.G.P.; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F.; OLIVEIRA, M.F.; VELLO, N.A. Correlações e análise de trilha em linhagens e soja semeadas em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.3, p.311-320, 2002.

CARVALHO, C.G.P.; OLIVEIRA, V.R.; CRUZ, C.D.; CASALI, V.W.D. Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.4, p.603-613, 1999.

COCKS, P. S. Genotype $\times$ site interactions in seed production, hard seed breakdown and regeneration of annual medics (*Medicago* spp.) in west Asia. **The Journal of Agricultural Science**, v. 125, n2, p 199-209. 1982.

COIMBRA, J.L.M.; VIEIRA, G.B.E.A.; OLIVEIRA, A.C.; CARVALHO, F.I.F.; GUIDOLIN, A.F.; SOARES, A.P. Consequências da multicolinearidade sobre a análise de trilha em canola. **Ciência Rural**, v.35, n.2, mar-abr, 2005.

CRUZ, C.D. **Programa genes**: estatística experimental e matrizes. Viçosa: UFV, 2006. 285p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa : UFV, 2003. 579p.

CRUZ,C.D.; REGAZZI,A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG. Ed. UFV, 1994.

DAHL JENSEN, 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**, v. 9. p151–162. 2011.

DANE, F.; LIU, J.R. Diversity and origin of cultivated and citron type watermelon (*Citrullus lanatus*). **Genetic Resource and Crop Evolution**. v. 54, n. 6. p 1255–1265. 2007.

EL-HOSARY, A. A., OMAR, S. A., EL-GIZAWY, K. B., & ABO-GABLE, S. K. Breeding millet (pearl millet) for forage yield under drought conditions: 1-combining ability in diallel crosses among five genotypes. **Mansoura University Journal of Agricultural Sciences** (Egypt). v 29, n 10, 5493- 5501.2004.

FERREIRA, M.A.J.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.

GRICHAR, W.J.; BESLER, B.A.; BREWER, K.D. Citronmelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) control in Texas peanut (*Arachis hypogaea*) using post-emergence herbicides. **Weed Technology**, v. 15, n. 3, p 481–4. 2001.

GUIMARÃES, E.P. Promoção do uso de recursos fitogenéticos por meio de iniciativas globais de capacitação em pre-melhoramento e em melhoramento genético. In: **Pré-melhoramento de plantas: Estado da arte e experiências de sucesso**. Org: LOPES, M.A.; FÁVERP, A.P.; FERREIRA, M.A.J.F.; FALEIRO, F.G.; FOLLE, S.M.; GUIMARÃES, E.P. Embrapa Tecnológica, 2011.

GVOZDANOVIC-VARGA, J.; VASIC, M.; MILIC, D.; CERVENSKI, J. Diallel cross analysis for fruit traits in watermelon. **Genetika**, v. 43, n. 1, p 163-174, 2011.

KNIGHT, M. H. Tsamma melons, *Citrullus lanatus*, a supplementary water supply for wildlife in the southern Kalahari. **African Journal of Ecology**.v.33, p 71-80, 1995.

LAGHETTI, G.; HAMMER, K. The Corsican citron melon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai subsp. *lanatus* var. *citroides* (Bailey) Mansf. ex Greb.) a traditional and neglected crop. **Genetic Resources Crop Evolution**, v. 54, p 913–916. 2007.

LIRA, M.A. FARIAS, I. ;CORDEIRO, D; DUBEUX JR., J.C.B.; MELLO, C.L.A.; FERREIRA, M.V.S. Cactus forage and semi-arid sustainability. **Acta Horticulturae**. (ISHS) 811, p 327-332, 2009.

MALERBO-SOUZA, D.T.; TADEU, A.M.; BETTINI, P.C.; TOLEDO, V.A.A. Importância dos insetos na produção de melancia (*Citrullus lanatus* Thunb.) – Cucurbitaceae. **Acta Scientiarum** , v. 21, n. 3, p 579-583, 1999.

MCGREGOR, S.E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington: Agriculture Research Service United States Department of Agriculture.1976. 411 p.

MENEZES, A.P.M. **Caracterização morfológica, divergência genética e correlação entre caracteres em genótipos de amendoim forrageiro**. Rio Branco, 2011. 137 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A. **Introduction to linear regression analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1982. 504p.

MORAES, J.P.S.; ANGELIM, A.E.S.; SILVA, J.A.B.; GERVÁSIO, R.C.R.G. Monitoramento da germinação e crescimento vegetativo em plantas de Melancia de Cavalo (*Citrilus lanatus* cv. *citroides*), encontradas no bioma Caatinga – região do Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 1068-1070, 2007.

MORAES, S. A.; COSTA, S.A.P.; ARAÚJO, G.G.L. Nutrição e Exigências Nutricionais. In: **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**. Org: Voltolini, T. V. Petrolina: Embrapa Semiárido. 2011, p177 - 184.

MOREIRA, J.N.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F. De; ARAÚJO, G.G.L.; SILVA, G.C. Potencial de produção de capim buffel na época seca no semi-árido pernambucano. **Caatinga** (Mossoró,Brasil), v.20, n.3, p.22-29, 2007.

MOREIRA, S.O.; GONÇALVES, L.S.A.; RODRIGUES, R.; SUDRÉ, C.P.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; MEDEIROS, A.M. Correlações e análise de trilha sob multicolinearidade em linhas recombinadas de pimenta (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira Ciências Agrárias**. Recife, v.8, n.1, p.15-20, 2013.

MUJAJU, C. **Diversity of landraces and wild forms of watermelon (*Citrullus lanatus*) in southern Africa**. A synopsis of the PhD Study. Horticulture and Agricultural Scienc. Swedish University of Agricultural Sciences, 2009.

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**. v. 147, p:142–153. 2010.

MUSTAFA, A.B.; ALAMIN, A.A.M. Chemical composition and protein degradability of watermelon (*Citrullus lanatus*) seeds cake grown in Western Sudan. **Asian Journal of Animal Sciences**, v. 6, n. 1, p 33-37. 2012.

NASS, L.L. Pré-melhoramento vegetal. In: **Pré- melhoramento de plantas: Estado da arte e experiências de sucesso**. Org: LOPES, M.A.; FÁVERP, A.P.; FERREIRA, M.A.J.F.; FALEIRO, F.G.; FOLLE, S.M.; GUIMARÃES, E.P.Embrapa Tecnológica, 2011.

NASS, L.L.; PATERNIANI, E. Pre-breeding: a link between genetic resources and maize breeding. **Scientia Agricola** , v.57, n. 3, p 581-587. 2000.

OLIVEIRA, G.J.C.; JAEGER, S.M.P.L.; BAGALDO, A.R.; OLIVEIRA, P.A. Fodder salt fed to small ruminants. **Revista Brasileira de Zootecnia**.,vol.39, 2010.

OLIVEIRA, M.C. DE. **Melancia forrageira. Petrolina**. Embrapa Semiárido (Instruções Técnicas, 17). 1999.

OLIVEIRA, M.C.de; BERNARDINO, F.A. **Melancia forrageira, um novo recurso alimentar para a pecuária das regiões secas do nordeste do Brasil**. Circular Técnica da Embrapa Semi-árido. Petrolina/PE. Número49. Novembro 2000.

OUENDEBA, B.; EJETA, G.; NYQUIST, W.E.; HANNA, W.W.; KUMAR, A. Heterosis and Combining Ability among African Pearl Millet Landraces. **Crop Science**, v. 33, n 4, 1993.

PEREIRA, A.V.; DAHER, R. F.; PEREIRA, M. G.; DA SILVA LÉDO, F. J.; DA SOUZA SOBRINHO, F.; DO AMARAL JUNIOR, A. T.; FREITAS, V.P.; PEREIRA, T.N.S.; FERREIRA, C. F. Análise de cruzamentos dialélicos entre capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). 1. Características morfoagronômicas. **Acta Scientiarum**. Agronomy, v.28, n.2,p. 267-275.2006.

PINTO, R.J.B. **Introdução ao melhoramento genético de plantas**. Eduem, 2^a ed. Maringá, 2009, 351 p.

PRESTERL, T.; WELTZIEN, E. Exploiting Heterosis in Pearl Millet for Population Breeding in Arid Environments. **Crop Science**, v. 43, n .3, 2003.

RAMALHO, M.; SANTOS, J.B.; PINTO, C.B. **Genética na agropecuária**. 2 ed. São Paulo. Globo. Fundação de Apoio ao Ensino , Pesquisa e Extensão, 1990.

REN, Y.; ZHAO, H.; KOU, Q.; JIANG,J.; GUO, S.; ZHANG,H.; HOU,W.; ZOU,X.; SUN, H.; GONG, G.; LEVI, A.; XU, Y. A High Resolution Genetic Map Anchoring Scaffolds of the Sequenced Watermelon Genome. **PLoS ONE** . v.7, n. 1: e29453. 2012.

ROBINSON, R.W.; DECKER-WALTERS, D.S. **Cucurbits**. Crop Production Science in Horticulture. Cab International.1996.

RODRIGUES, M. R. C. **Utilização de subproduto de caju (*Anacardium occidentale*) no desempenho reprodutivo e produtivo de ovinos criados no Nordeste do Brasil**, 2010. 185 f.Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias) – Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Veterinária. Fortaleza.

SAPOVADIYA, M.H.; MEHTA, D.R.; DHADUK, H.L.; BABARIYA, C.A. Combining ability in watermelon (*Citrullus lanatus* (Thumb.)Mansf.). **Eletronic Journal of Plant Breeding**. v 5, n3, 327-330. 2014.

SILVA, L.L. **Heterose e capacidade de combinação em cruzamento dialélicos parciais de Pimentão**, 2002. 82 f. Piracicaba. Dissertação (mestrado)- Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz- USP.

SILVA, R.L.N.V. **Composição química, consumo e digestibilidade aparente de dietas contendo diferentes níveis de farelo de melancia forrageira (*Citrullus lanatus* cv. Citroides e feno de guandu (*Cajanus Cajan* cv. D1 Type), em ovinos**. 2003.74f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária Tropical) - Universidade Federal da Bahia, Salvador.

SILVA, R.L.N.V.; ARAÚJO, G.G.L.; SOCORRO, E.P.; OLIVEIRA, R.L.; NETO, A.F.G.; BAGALDO, A.R. Níveis de farelo de melancia forrageira em dietas para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**,v.38, n.6, 2009.

SILVEIRA, L.M. DA; QUEIRÓZ, M.A.DE; LIMA, J.A.DE A.; NEGREIROS, M.Z. DE; RAMOS, N.F.; NASCIMENTO, A.K.Q. DO. Seleção de Acessos e Progenies de *Citrullus* spp. para Resistência a Três Potyvirus. **Fitopatologia Brasileira**, v.30, n.4, 2005.

SIMMONS, A.M.; LEVI, A. Sources of whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) resistance in *Citrullus* for the improvement of cultivated watermelon. **HortScience**, v.37, p 581-584, 2002.

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**. v. 36(3 Suppl.), p 323-326, 2009.

SOUZA FF; DIAS RCS; QUEIRÓZ MA. Capacidade de combinação de linhagens avançadas e cultivares comerciais de melancia. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p 595-601. 2013.

SOUZA FF; QUEIROZ MA; DIAS RCS. Capacidade de combinação entre linhas tetraplóides e diplóides de melancia. **Horticultura Brasileira**, v 20, p 654-658. 2002.

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

TETTEH, A.Y.; WEHNER, T.C.; DAVIS, A.R. Identifying resistance to powdery mildew race 2 W in the USDA-ARS watermelon germplasm collection. **Crop Science**, v.50, p 933–939. 2010.

THIES, J.A.; LEVI, A. Characterization of Watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) Germplasm for Resistance to Root-knot Nematodes. **Hortscience**, v.42, n 7, p1530–1533. 2007.

UMAKANTH, A.V.; PATIL, J.V.; RANI, C.; GADAKH, S.R.; SIVA KUMAR, S.; RAO, S.S.; KOTASTHANE, T.V. Combining Ability and Heterosis over Environments for Stalk and Sugar Related Traits in Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). **Sugar Tech**, v 14, n 3, p 237-246, 2012.

WECHTER, W.P.; KOUSIK, C.; MCMILLAN, M.; LEVI, A. Identification of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. Niveum race 2 in *Citrullus lanatus* var. *citroides* Plant Introductions. **HortScience**, v. 47, p 334–338, 2012.

CAPÍTULO 1
Heterose em melancia forrageira

Heterose em melancia forrageira

Resumo – Objetivo deste trabalho foi estimar a heterose para características morfoagronômicas, produtivas e bromatológicas da melancia forrageira. Foram avaliados cinco genitores; LPG (1), VM (2), MR (3), BG CIA 228 (4) e Jojoba(5) e seus respectivos híbridos F_1 's, obtidos a partir de cruzamentos dialélicos balanceados. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados completos, com três repetições e oito plantas por parcela. Foram avaliadas as seguintes características: FRP, FRN, PP, relação FRC/DT, CES, PES, TSS, NS, P100S, PFS, PSS, ProdF, PB, FDN, DIVMS, EE e K. Os genótipos apresentam variabilidade para serem explorados em programas de melhoramento. De modo geral, os valores das heteroses foram baixos, os híbridos foram obtidos e avaliados no sentido de selecionar os mais promissores para gerarem linhagens superiores aos seus pais para as características avaliadas. Assim, em termos de produção, os híbridos 1x4, 2x4, 3x5 e 4x5 foram promissores para obtenção de populações mais produtivas. O teor de PB não diferiu estatisticamente, contudo a média, 13,5 %, foi superior ao encontrado em palma forrageira. OS genitores VM, Jojoba e os híbridos 1x4 e 2x4 se destacaram para EE. Para DIVMS sobressaíram os genótipos LPG, BG CIA228 e os híbridos 3x4 e 4x5. Tais informações poderão contribuir para obtenção de populações melhoradas de melancia forrageira.

Palavras-chave: *Citrullus lanatus* var. *citroides*, Vigor híbrido, Características morfoagronômica e nutritivas

Heterosis in fodder watermelon

Abstract – The objective of this study was to estimate the heterosis for morphoagronomic, productive and bromatological characteristics of the forage watermelon. Five progenitors were evaluated; LPG (1), VM (2), MR (3), BG CIA 228 (4) and Jojoba (5) and their respective hybrids, F_1 's, obtained from balanced diallel crossing. The experimental design used was in complete randomized blocks, with tree replications and eight plants per plot. The following characteristics were evaluated: FRP, FRN, PP, compared FRC / DT, CES, PES, TSS, NS, P100S, PFS, PSS, ProdF, CP, NDF, IVDMD, EE and K. The genotypes present variability to

be exploited in crop improvement programs. In a general manner, the values of heterosis were low; hybrids were obtained and evaluated in the interest of selecting the most promising to generate superior lineages than those of their progenitors for the evaluated characteristics. Thus, in terms of production, the hybrids 1x4, 2x4, 3x5 and 4x5 were promising to achieve the most productive populations. The CP content did not differ significantly, but the average, 13.5%, was higher than what was found in the forage cactus. The genitors VM, Jojoba and the hybrids 1x4 and 2x4 mostly showed EE. As for the IVDMD, the genotypes LPG, BGCIA228 and the hybrids 3x4 and 4x5 were predominant. Such information can contribute to achieving improved forage watermelon populations.

Keywords: *Citrullus lanatus* var. *citroides*, hybrid vigor, morphoagronomic and nutritional characteristics

1.1 Introdução

A caprinovinocultura é uma atividade importante no Semiárido brasileiro, geralmente estabelecida pela agricultura familiar, sendo, no entanto, a alimentação baseada na vegetação nativa da Caatinga que resulta em baixo desempenho produtivo dos animais (Costa et al., 2008).

Além disso, tem-se a ausência de conhecimento sobre as características produtivas e nutricionais das forrageiras adaptadas às condições semiáridas. Tais elementos são apontados como as razões das baixas produtividades da pecuária regional (Santos et al., 2013). Acrescenta-se a estas, o uso limitado de práticas de armazenamento de forragem, produzida na época das chuvas, para alimentar os animais na época de seca.

Nesta perspectiva, a melancia forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) é considerada uma alternativa viável, já que é uma espécie naturalmente tolerante ao déficit hídrico e às altas temperaturas, sendo que os frutos maduros podem ser armazenados de forma fácil e econômica (Moraes et al., 2007; Silva et al., 2009).

Também conhecida como melancia-de-porco, do mato, de cavalo ou caiana, é originária da África (Mujaju et al., 2010; Dahl Jensen et al., 2011) e chegou ao Brasil (Dane & Liu, 2007) por meio dos escravos (Dahl Jensen et al., 2011). Ademais, os frutos possuem casca dura, resistente aos impactos e à deterioração; polpa branca, com baixo teor de sacarose;

alta aceitabilidade pelos ruminantes e pode ser armazenada por mais de um ano sob a sombra (Mujaju et al., 2010).

Mustafa & Alamin (2012) reportam o potencial da utilização, desta forrageira, como suplemento protéico e energético na alimentação animal em substituição às sementes de algodão, amendoim, soja e girassol, por apresentarem altos teores de proteína (20,9%) e gordura (30,1%) e baixo teor em fibra bruta (38,4%). Além disto, a melancia forrageira é uma fonte essencial de água para os animais, principalmente na estação seca.

Informações sobre características morfoagronômicas, produtivas e nutritivas da melancia forrageira são escassas. No entanto, há diversos estudos sobre a resistência a doenças, nematóides (Thies & Levi, 2007); *Fusarium* (Wechter et al., 2012) e aos potyvirus (Harris et al., 2009), pois promovem o desenvolvimento de cultivares de melancia de mesa mais resistentes e rentáveis.

Em termos de melhoramento genético, o programa da Embrapa Semiárido visa desenvolver cultivares produtivas e com qualidade superior em termos nutricionais a fim de servir como uma alternativa para a alimentação animal. Assim, a obtenção de híbridos e estudos sobre a heterose permitem selecionar genótipos superiores aos genitores para características relevantes para alimentação animal e fornecer parâmetros para a escolha das combinações híbridas mais promissoras.

Segundo Borém & Miranda (2013), a heterose corresponde ao aumento do vigor das características, decorrente do cruzamento entre indivíduos contrastantes, no qual diversos mecanismos genéticos estão envolvidos, entre eles a eliminação de efeitos deletérios dos genes recessivos, ação gênica complementar, dominância parcial de genes ligados e alelos múltiplos envolvidos no estímulo fisiológico. No entanto, a contribuição de cada elemento é variável conforme a espécie.

Desta forma, este trabalho objetivou estimar a heterose em relação à média dos pais, ao pai superior e em relação a uma variedade local para características morfoagronômicas, produtivas e bromatológicas da melancia forrageira.

1.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Mandacaru da Embrapa Semiárido, localizado em Juazeiro-BA.

Os genitores utilizados pertencem ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido, LPG (1) com frutos de formato alongado, casca lisa, cor verde claro e polpa branca; VM (2) possui frutos alongados, peso entre 0,5 a 3,0 kg; MR (3) frutos com peso entre 2,0 a 8,0 kg BGCIA228; (4) frutos alongados com peso entre de 1,5 a 7,0 kg e Jojoba (5) variedade local que não é registrada e nem protegida, porém considerada padrão por ser cultivada e até mesmo comercializada por agricultores da região de Juazeiro-BA /Petrolina-PE.

Foram avaliados estes cinco genitores de melancia forrageira e seus respectivos híbridos F_1 's, obtidos a partir de cruzamento dialélicos balanceados, excetos os híbridos recíprocos.

A análise do solo, antes da implantação do experimento, apresentou os seguintes valores médios: pH (H_2O) = 7,5 ; MO ($g\ kg^{-1}$) = 9,8; P ($mg\ dm^{-3}$) = 19,86; Na ($cmol\ c\ dm^{-3}$) = 0,23; K ($cmol\ c\ dm^{-3}$) = 0,42; Ca ($cmol\ c\ dm^{-3}$) = 16,1; Mg ($cmol\ c\ dm^{-3}$) = 1,5; H+Al ($cmol\ c\ dm^{-3}$) = 1,4; Al ($cmol\ c\ dm^{-3}$) = 0,0; SB ($cmol\ c\ dm^{-3}$) = 18,3; CTC ($cmol\ c\ dm^{-3}$) = 19,7; V (%) = 92,7.

Para obtenção dos híbridos F_1 's, os genitores foram semeados em bandejas, posteriormente transplantados em fileiras simples com espaçamento de 1,0 m x 1,5 m. Os híbridos foram obtidos mediante cruzamentos artificiais entre os genitores, para isto, as flores femininas e masculinas foram protegidas, devidamente isoladas no dia anterior a antese. No dia seguinte, as flores masculinas foram extraídas das plantas para a polinização das flores femininas, e novamente protegidas para evitar contaminação.

As flores femininas polinizadas foram identificadas com etiquetas indicando as informações dos cruzamentos realizados (genitor masculino x genitor feminino). As polinizações foram efetuadas no período das 6:00 às 10:00 horas, quando os estigmas estão receptivos e os grãos-de-pólen viáveis.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições e oito plantas por parcela, em um espaçamento 3,0 x 1,5 m. Foram avaliados 10 frutos por parcela. Os genitores e híbridos foram semeados em bandejas, após 15 dias foram

transplantados para o campo, sendo uma planta por cova. Foi adicionado 2 L de torta de mamona para adubação. O cultivo ocorreu em condição de sequeiro, no final dos 100 dias todos os frutos foram colhidos e avaliados.

Foram avaliadas as seguintes características: 1) peso médio por fruto (FRP), em kg, estimada a partir da massa total de todos os frutos colhidos dividido pelo número total de frutos colhidos; 2) número de frutos por planta (FRN), obtido do número de frutos colhidos dividido pelo número de plantas sobreviventes na parcela; 3) produção média de frutos por planta (PP), em kg, mensurada a partir do peso médio do fruto multiplicado pelo número médio de frutos; 4) relação comprimento e diâmetro do fruto (FRC/DT), medindo-se com régua, respectivamente, a maior e a menor dimensão do fruto; 5) espessura média da casca (CES), em cm, estimada a partir da espessura da casca na região da cicatriz floral, da região do pedúnculo e das cascas laterais, medindo-se com régua, nos extremos do fruto, cortado longitudinalmente; 6) espessura média da polpa (PES), em cm, quantificada a partir da espessura da polpa longitudinal e transversal, utilizando-se uma régua, nas extremidades do fruto, cortado longitudinalmente; 7) teor de sólidos solúveis no centro da polpa (TSS), quantificado em °Brix, utilizando refratômetro; 8) número de sementes por fruto (NS); 9) peso de 100 sementes (P100S), em g; 10) peso fresco de sementes (PFS), em g; 11) peso seco de sementes (PSS), em g, alocadas em estufa com circulação de ar forçado, por 72h a 55°C, posteriormente pesadas; 12) produção fresca de sementes (ProdF), em kg, estimado a partir do peso fresco das sementes multiplicado pelo número de sementes; 13) teor de proteína bruta (PB), em %; 14) Teor de fibra em detergente neutro (FDN), em %; 15) Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), em %; 16) Extrato Etéreo (EE), em % e 17) Potássio (K), em g kg⁻¹.

As análises bromatológicas (PB, FDN, EE e DIVMS) foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), enquanto que o teor de potássio foi analisado no Laboratório de Solos e Análise Foliar da Embrapa Semiárido. Para estas análises, os frutos (casca, polpa e sementes) foram mantidos separadamente em estufa com circulação de ar forçado, por 72h a 55°C, posteriormente, misturados e moídos, realizando a preparação das amostras compostas dos frutos. Para este procedimento, foram retiradas 7 g de cada fruto completo moído, como foram avaliados 10 frutos de cada parcela, a amostra composta possuía 70 g. Em seguida, realizou-se

a avaliação químico-bromatológica dos frutos, segundo a metodologia de AOAC (1990) e Van Soest et al. (1991).

Para o ensaio de digestibilidade *in vitro* da matéria seca, foi necessário determinar a matéria seca definitiva, utilizou-se a técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases proposta por Maurício et al. (2003) e para a digestibilidade os tempos de incubação foram: 0-2-6-12-24 e 48 horas.

A heterose foi avaliada em relação à média dos pais ($h_{mp} = F_{1(ij)} - P_i + P_j / 2$), em relação ao pai superior ($h_{ps} = F_{1(ij)} - ps$) e em relação a variedade local Jojoba ($h_{vl} = F_{1(ij)} - vl$), sendo $F_{1(ij)}$ 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 $F_{1(ij)}$; ps é a média do pai superior e vl é a média da variedade local. Os valores obtidos foram transformados em porcentagens. Análises foram obtidas a partir do programa GENES (Cruz, 2013).

1.3 Resultados e Discussão

Ao analisar os valores médios dos caracteres (Tabela 1, 3 e 5), notou-se que os genótipos diferiram entre si para a maioria dos caracteres avaliados, exceto espessura da casca, teor de sólidos solúveis, número de frutos, produção de frutos por planta, número de sementes, teor de proteína e fibra em detergente neutro. Apresentando, variabilidade para serem explorados em programas de melhoramento.

Os caracteres número de frutos e produção média de frutos por planta apresentaram valores mais altos de coeficientes de variação, isto pode estar relacionado a variabilidade genética apresentadas entre os genótipos (Tabela 1). Além disto, esses caracteres são mais influenciados pelo ambiente, comportamento semelhante foi encontrado por Ferreira et al. (2006).

Para relação comprimento/diâmetro do fruto, o mais recomendado é que seja superior a 1, já que indica frutos alongados, padrão que os agricultores estão habituados a selecionar em melancia forrageira. Porém, frutos com relação menor seriam mais fáceis para armazenamento e transporte. Todos os genitores que representam acessos de germoplasma doados por agricultores familiares do semiárido apresentam relação maior que 1, tendência também observada entre os híbridos.

Assis et al. (1994) ao realizar cruzamentos entre cultivares de melancia de mesa e melancia forrageira, observaram uma relação comprimento/diâmetro superior a 1, contudo os autores determinaram como frutos arredondados aqueles com valores até 1,4; enquanto que frutos alongados possuem comprimento/diâmetro a partir de 1,6. Usando este mesmo parâmetro, os dados dos híbridos e genitores deste trabalho seriam classificados como alongados, exceto VM, o único acesso com relação comprimento/ diâmetro menor que 1,6.

Quanto a espessura da polpa, foram observadas as menores espessuras em VM, BGCIA228 e o híbrido 2x4 (Tabela 1). Portanto, os demais são indicados para programas de melhoramento, uma vez que maior espessura indica maior disponibilidade de água, fibras e proteínas.

Em termos de espessura da casca, a preferência é que seja maior, visto que garante maior resistência durante o transporte e maior durabilidade pós-colheita. Todavia, os resultado deste estudo foram similares ao verificado por Bahari et al. (2012), cuja média geral foi de 1,04 cm.

Notou-se que o teor de sólidos solúveis, foi inferior a 6 °Brix, no entanto, foram superiores àqueles encontrados por Assis et al. (1994) que variaram de 1,1 a 2,2 em híbridos resultante do cruzamento de *C. lanatus* x *C. lanatus* var. *citroides*. Porém a melancia de mesa possui 9 °Brix (Ferreira et al., 2006), maiores valores são importante para o consumo humano e não interfere no consumo animal.

De modo geral, os agricultores preferem frutos grandes que resultam em maior produção e, consequentemente, maior quantidade de alimento para os animais. Dentro deste contexto, a seleção, então, deve ser para plantas com maior número de frutos e que sejam mais pesados.

Os híbridos 1x4 e 3x5 apresentaram maiores heteroses para número de frutos e produção de frutos por planta. Assim como, em 2x4 e 4x5 observam-se heteroses maiores para número de frutos (Tabela 2). Destaca-se que nem sempre valores de heterose elevados significam maior peso, pois heterose retrata a superioridade (ou não) do híbrido em relação à média dos seus genitores.

Dos 210 valores das três heteroses avaliadas (h_{mp} , h_{ps} e h_{vl}) para características de produção, 101 foram positivas (Tabela 2), sendo em sua maioria os híbridos superiores à

média dos pais. Ao considerar ao menos uma heterose positiva das três avaliadas, todos os híbridos são positivos para relação comprimento/diâmetro, enquanto que os híbridos 1x2, 1x5, 2x4 e 2x5 apresentaram todas as heteroses negativas para espessura da casca.

Todas as heteroses para teor de sólidos solúveis foram positivas exceto para o híbrido 1x2, somente 2x3 e 3x4 apresentaram heterose maior que 50, no entanto positiva, indicando a obtenção de linhagens com maior teor de sólidos solúveis. Mas, como esse teor é baixo nestes híbridos, pode ser que não superem 6 °Brix. Já 1x3, 1x5 e 2x4 apresentaram todas as heteroses negativas para o caráter peso do fruto, comportamento semelhante nos híbridos 1x2 e 1x5 para número de frutos e produção dos frutos.

Desta maneira, os híbridos 1x2 e 1x5 apresentaram todas as heteroses negativas para quatro caracteres: (espessura da casca, teor de sólidos solúveis, número de frutos e produção média dos frutos) e (espessura da casca, peso do fruto, número de frutos e produção média dos frutos), respectivamente. Além disto, os valores de heteroses positivas encontradas foram baixos, assim estes genitores são ideais para o melhoramento, em relação a estes caracteres.

Souza et al. (2005), ao avaliarem o efeito heterótico em caracteres de planta e fruto em melancias triplóides, observaram que a maioria das heteroses positivas para espessura de casca e teor de sólidos solúveis estavam abaixo de 50%, enquanto que as heteroses positivas para número de frutos por planta foram acima de 50%, mesmo comportamento observado neste trabalho.

Godoy et al. (2008), ao avaliarem a produção e heterose em cruzamentos de pepino (*Cucumis sativas*), não observaram heterose superior a 50% para número de frutos por planta, o mesmo foi observado por Lima & Cardoso (2012). Contudo, neste estudo, observaram-se heteroses acima de 50% para os híbridos 1x4, 2x4, 3x5 e 4x5 (Tabela 2).

As heteroses de espessura de polpa e casca, teor de sólidos solúveis, peso do fruto e número de frutos divergiram daqueles obtidos por Singh et al. (2009), que encontraram valores máximos de heteroses de, respectivamente, 2,36, 9,79, 8,93, 14,03 e 16,66% em *C. lanatus*. As heteroses máximas destes caracteres, neste estudo, foram significativamente superiores.

Para as características relacionadas às sementes, todos os tratamentos foram estatisticamente diferentes, exceto número de sementes, sendo que devem ser selecionados

genótipos que apresentem maior peso das sementes. Todavia, neste estudo, foi encontrado número de sementes por fruto superior ao observado por Ferreira et al. (2002), com variação de 355,5 a 787,13.

Os genitores LPG e MR, destacaram para peso de 100 sementes, enquanto Jojoba e VM foram para peso fresco e seco de sementes e produção fresca de sementes. Dentre os híbridos, 2x4 apresentou os menores valores para peso de 100 sementes, peso fresco e seco de sementes e produção fresca de sementes (Tabela 3).

No que se refere à heterose, os híbridos foram obtidos e avaliados no sentido de selecionar os mais promissores para gerarem linhagens superiores aos seus pais para as características avaliadas. No presente trabalho, apenas para quatro caracteres as heteroses foram superiores a 50%, destacando o teor de sólidos solúveis para 2x3, 2x5 e 3x4, número de frutos por planta para 1x4, 2x4, 3x5 e 4x5, produção de frutos por planta em 1x4, 3x5 e 4x5 e produção fresca de sementes para o híbrido 1x4 (Tabela 2 e 3).

Verifica-se que as heteroses em relação às características das sementes, de modo geral foram baixas, em sua maioria negativa, destaque para 1x4 com maior heterose positiva (75%) para o caráter produção de sementes (Tabela 4).

Considerando as características bromatológicas (Tabela 5), apenas teor de proteína bruta e fibra em detergente neutro não diferiram estatisticamente dos demais, o teor de proteína observado é mais elevado que o teor protéico mínimo recomendado para alimentação animal. Silva et al. (2009), ao analisarem a composição química do farelo de melancia forrageira, verificaram teor de proteína de 18,73%.

Mustafa & Alamin (2012) e Singh & Matta (2010) verificaram teor de proteína bruta nas sementes, respectivamente, 20,9% e 35,9%, reforçando o potencial desta forrageira como suplemento proteico na alimentação animal. A palma forrageira tem sido usada de forma abrangente em todo o Semiárido, comumente cultivada pelos produtores como alternativa viável e promissora para o período de estiagem. Araujo et al. (2008) ao avaliarem o enriquecimento proteico da palma, encontraram um teor de PB equivalente a 4,4% para a forma *in natura*. Desta forma, destaca-se a fonte proteica da melancia forrageira, já que apresenta teor superior ao sorgo em grãos (10%) e milho em grãos (9%), cereais que são bastante utilizados na ração animal (Araujo et al., 2008).

As sementes de melancia de mesa podem ser utilizadas na fabricação de alimentos funcionais e nutricionais para dieta humana, conforme Wani et al. (2011) que verificaram uma quantidade significativa de proteína extraível na farinha de sementes, o mesmo pode ser proposta para a melancia forrageira, tanto como alimentação animal quanto humana.

Os genitores VM e Jojoba e os híbridos 1x4 e 2x4 se destacaram para teor de extrato etéreo, isto é, teor de gordura (Tabela 5). Os valores são semelhantes com o encontrado por Silva et al.(2009), estudando a inclusão de farelo de melancia forrageira em dietas a base de feno de guandu encontraram 10,39% de extrato etéreo. Bosa et al. (2012), ao estudar o efeito da torta de coco nas dietas de ovinos, observaram 19,05% de extrato etéreo, o que afetou negativamente a aceitação e o consumo das dietas por ovinos. Com isto os valores, deste estudo, são inferiores, o que se pode inferir que provavelmente o extrato etéreo afetaria positivamente na aceitação e o consumo pelos animais.

Para fibra em detergente neutro não houve diferença estatística, porém observou-se uma média geral de 38,6 %, valor semelhante ao encontrado por Silva et al. (2009) de 38,82% para fibra em detergente neutro (FDN) em melancia forrageira, enquanto que Araújo et al. (2008) observaram para palma forrageira 46,8% de FDN, acima do observado para melancia forrageira neste trabalho. O menor teor de fibra possibilita melhores condições de subsistência e maior atuação da microbiota fibrolítica e sua atividade refletida em maior digestibilidade da matéria seca, uma vez que a digestão da parede celular é um processo relativamente lento e a máxima digestão da fração fibrosa depende do período de exposição da forragem à ação microbiana.

A concentração de FDN nas forragens é inversamente relacionada com a ingestão de matéria seca pelo animal, ou seja, quanto maior o teor de FDN menor será o consumo total (Bosa et al., 2012). Para digestibilidade *in vitro* da matéria seca, os genitores LPG e BGCIA228 e os híbridos 3x4 e 4x5 destacaram-se (Tabela 5). A melancia forrageira possui alta digestibilidade na matéria seca e baixo teor de fibra. Silva et al.(2009), substituindo em 80% a dieta de ovinos que era a base de feno de guandu por melancia forrageira, verificaram que tal substituição favoreceu o atendimento das necessidades energéticas dos animais, em menores níveis de consumo da ração.

A maioria dos híbridos apresentou teor de potássio superior aos genitores, destaque para 2x3, 2x4, 2x5, 3x4, 3x5 e 4x5. Os híbridos 2x4, 2x5, 3x4, 3x5 e 4x5, se destacaram para teor de potássio, com heteroses positivas e superiores a 50%, em relação ao pai superior e a variedade local (Tabela 5).

Okunrobo et al. (2012), ao determinarem, o teor de cinzas, gordura e metais de sementes de *C. lanatus*, identificaram, respectivamente, 3,4%; 35,4% e 7,8 mg kg⁻¹. Esta diferença nos teores de potássio ocorre, pois fontes energéticas são geralmente pobres em potássio (3 a 5g kg⁻¹ de MS) enquanto que as fontes proteicas geralmente contêm de 10 a 20 g kg⁻¹ de MS (Araújo et al., 2010). No caso da melancia forrageira certamente as maiores reservas de potássio devem estar presentes na polpa do que nas sementes.

O potássio mantém o balanço de água no organismo, participa como ativador enzimático, como nos sistemas de transferência de energia, síntese de proteínas e metabolismo dos carboidratos, além disto, é um importante componente de produtos de origem animal, tais como o leite, a carne e o ovo (Araújo et al., 2010).

Observa-se que dos 58 valores de heterose positiva (Tabela 6), 50 foram baixos para proteína bruta, fibra detergente neutro, digestibilidade *in vitro* e extrato etéreo e nenhum híbrido se destacou em termos de valor de heterose. Isto também foi observado por Scapim et al. (1998) ao analisarem o efeito heterótico em sorgo forrageiro, pois as heteroses para proteína bruta variaram de -43,3 a -1,0% e fibra detergente neutro de -7,5 a 21,7% , resultado semelhante ao encontrado neste estudo. Contudo, ao analisar as heteroses obtidas para potássio, nota-se valores acima de 50% e maiores heteroses para 3x5.

Outros materiais de melancia forrageira cultivadas por agricultores familiares no Semiárido brasileiro devem ser avaliados, bem como seus híbridos e os recíprocos dos dialelos obtidos, aumentando a chance de identificar acessos mais promissores e com maior variabilidade genética.

1.4 Conclusão

Os genitores LPG, MR e Jojoba destacam-se por apresentar frutos mais pesados e alongados, e maior espessura de polpa. Já VM e Jojoba são relevantes pelo teor de extrato

etéreo, tais genótipos podem contribuir com estas características para o melhoramento desta cultura.

Os híbridos 1x4 e 3x5 são promissores para futuros programas de melhoramento, já que podem contribuir na obtenção de linhagens mais produtivas.

1.5 Referências

ARAUJO, L.F., SILVA, F.L.H., BRITO, E.A., OLIVEIRA JUNIOR, S.; SANTOS, E.S. Protein enrichment of cactus pear with *Saccharomyces cerevisiae* for ruminants feeding. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v 60, n.2, 2008.

ARAÚJO, W. A. G. DE, ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., CARVALHO, T. DE A.; RIBEIRO NETO, A. C. Potássio na nutrição animal. **Revista eletrônica Nutritime**, v7, n4. 2010.

ASSIS, J.G. DE A., ARAÚJO, S.M.C., QUEIRÓZ, M.A.DE. Hibridação entre cultivares e uma população silvestre de melancia. **Horticultura Brasileira**, v 12, n1, 1994.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS **Official Methods Association of Official Analytical Chemists**. Arlington: AOAC, 1990.

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**. 543158. 2012. doi: 10.1100/2012/543158

BORÉM, A., MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. 6 edição. Viçosa, MG. Ed. UFV, 2013.

BOSA, R., FATURI, C., VASCONCELOS, H.G.R., CARDOSO, A.M., RAMOS, A.F.O.; AZEVEDO, J.C. Intake and apparent digestibility with different inclusion levels of coconut meal for sheep feeding. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 34, n. 1, p. 57-62. 2012.

COSTA, R.G., ALMEIDA, C.C., PIMENTA FILHO, E.C., HOLANDA JUNIOR, E.V.; SANTOS, N.M. Characterization of the goat and sheep production system in the semi-arid region of the state of Paraíba, Brasil. **Revista Archivos de Zootecnia**, v. 57, n 218, p 195-205. 2008.

CRUZ, C.D. Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.

- DAHL JENSEN, 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**, v 9, p 151–162. 2011.
- DANE, F.; LIU, J.R. Diversity and origin of cultivated and citron type watermelon (*Citrullus lanatus*). **Genetic Resource and Crop Evolution**.v. 54, n 6, p 1255–65. 2007.
- FERREIRA, M.A.J., BRAZ, L.T., QUEIRÓZ, M.A., CHURATA MASCA, M.G.C.; VENCOVSKY, R. Capacidade de combinação em sete populações de melancia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 7, p 963–970. 2002.
- 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**, v. 36, n 2, p 131-139. 2006.
- GODOY, A.R., HIGUTI, A.R.O.; CARDOSO, A.I.I. Produção e heterose em cruzamentos entre linhagens de pepino do grupo caipira. **Bragantia**. V. 67, n 4, p 817-825. 2008.
- HARRIS, K.R., WECHTER, W.P.; LEVI, A. Isolation, sequence analysis, and linkage mapping of NBS-LRR disease resistance gene homologs in watermelon. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.134, n. 5, p 649–657. 2009.
- LIMA, A.T. S.; CARDOSO, A.I.I. Produção e heterose de híbridos experimentais de pepino do tipo japonês. **Revista Ceres**, v 59, n4, p. 484-492. 2012.
- MAURICIO, R. M., PEREIRA, L. G. R., GONÇALVES, L. C., RODRIGUEZ, N. M., MARTINS, R. G. R., RODRIGUES, J. A. S. Potencial da Técnica in Vitro Semi-Automática de Produção de Gases para Avaliação de Silagens de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.1013-1020. 2003.
- MORAES, J.P.S.; ANGELIM, A.E.S.; SILVA, J.A.B.; GERVÁSIO, R.C.R.G. Monitoramento da germinação e crescimento vegetativo em plantas de Melancia de Cavalo (*Citrillus lanatus* cv. citroides), encontradas no bioma Caatinga – região do Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 1068-1070. 2007.
- 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**. v.147, p 142–153. 2010.
- MUSTAFA, A.B.; ALAMIN, A.A.M. Chemical composition and protein degradability of watermelon (*Citrullus lanatus*) seeds cake grown in Western Sudan. **Asian Journal of Animal Sciences**, v.6, n 1, p 33-37. 2012.
- OKUNROBO O. L.; UWAYA O. J.; IMAFIDON E. K.; OSARUMWENSE O. P.; OMORODION E. J. Quantitative determination, Metal analysis and Antiulcer evaluation of

Methanol seeds extract of *Citrullus lanatus* Thunb (Cucurbitaceae) in Rats. **Asian Pacific Journal of Tropical Disease**. v.2, n 3, p 1261-1265. 2012.

SANTOS, R. D. DOS; PEREIRA, L.G.R.; NEVES, A.L.A.; RODRIGUES, J.A.S.; COSTA, C.T.F.; OLIVEIRA, G. F. Agronomic characteristics of forage sorghum cultivars for silage production in the lower middle San Francisco Valley. Maringá, **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n 1, p13-19. 2013.

SCAPIM, C.A.; RODRIGUES, J.A.S.; CRUZ, C.D.; CECON, P.R.; RIBEIRO JÚNIOR, J.I.; BRACCINI, A.L. Efeitos gênicos, heterose e depressão endogâmica em caracteres de Sorgo forrageiro. **Bragantia**. Campinas. V 57, n1, 81-84. 1998.

SILVA, R.L.N.V.; ARAÚJO, G.G.L.; SOCORRO, E.P.; OLIVEIRA, R.L.; NETO, A.F.G.; BAGALDO, A.R. Níveis de farelo de melancia forrageira em dietas para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1142-1148. 2009.

SINGH, N. P.; MATTA, N.K. Levels of seed proteins in *Citrullus* and *Praecitrullus* accessions. **Plant Systematics and Evolution**. v. 290, n1-4, p 47–56. 2010.

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). **Vegetable Science**, v. 36, n 3, p 323-326. 2009.

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

THIES, J.A.; LEVI, A. Characterization of Watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) Germplasm for Resistance to Root-knot Nematodes. **Hortscience**, v. 42, n 7, p.1530–1533. 2007.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science** , v. 74, n. 10, p. 3583-3597. 1991.

WANI, A.A.; SOGI, D.S.; SINGH, P.; SHIVHARE, U.S. Characterization and functional properties of watermelon (*Citrullus lanatus*) seed protein isolates and salt assisted protein concentrates. **Food Science and Biotechnology**, v. 20, n. 4, p 877-887. 2011.

WECHTER, W.P.; KOUSIK, C.; MCMILLAN, M.; LEVI, A. Identification of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *Niveum* race 2 in *Citrullus lanatus* var. *citroides* Plant Introductions. **HortScience**, v.47, n.3, p334–338. 2012.

Tabela 1. Valores médios da relação comprimento/diâmetro (FRC/DT), espessura da polpa (PES) e casca (CES), teor de sólidos solúveis (TSS), peso médio por fruto (FRP), número de frutos (FRN) e produção média de frutos por planta (PP) em cinco cultivares experimentais e dez híbridos de melancia forrageira

Genótipos	FRC/DT	PES (cm)	CES (cm)	TSS (°Brix)	FRP (kg)	FRN (unid)	PP (kg)
LPG (1)	1,8 ^a	23,0 ^a	0,7 ^a	4,2 ^a	3,6 ^a	5,8 ^a	21,1 ^a
VM (2)	1,5 ^c	17,4 ^b	0,7 ^a	3,3 ^a	2,3 ^b	8,2 ^a	24,4 ^a
MR (3)	2,0 ^a	24,3 ^a	0,5 ^a	3,4 ^a	4,0 ^a	5,5 ^a	23,3 ^a
BGCIA 228 (4)	1,6 ^c	18,4 ^b	0,6 ^a	3,5 ^a	1,6 ^b	9,5 ^a	15,3 ^a
Jojoba (5)	1,9 ^a	23,3 ^a	0,8 ^a	3,6 ^a	3,7 ^a	12,1 ^a	49,4 ^a
1x2	1,7 ^b	20,4 ^a	0,5 ^a	2,9 ^a	3,0 ^a	4,2 ^a	12,4 ^a
1x3	1,9 ^a	21,9 ^a	0,8 ^a	3,9 ^a	3,1 ^a	7,3 ^a	23,5 ^a
1x4	1,7 ^b	23,3 ^a	0,7 ^a	4,9 ^a	3,4 ^a	26,7 ^a	89,9 ^a
1x5	1,6 ^c	23,2 ^a	0,5 ^a	4,6 ^a	3,4 ^a	7,2 ^a	24,5 ^a
2x3	1,8 ^a	23,3 ^a	0,8 ^a	5,7 ^a	3,5 ^a	10,1 ^a	34,8 ^a
2x4	1,6 ^c	16,0 ^b	0,6 ^a	4,1 ^a	1,4 ^b	15,3 ^a	23,5 ^a
2x5	1,7 ^b	21,5 ^a	0,6 ^a	4,9 ^a	3,1 ^a	14,0 ^a	45,1 ^a
3x4	1,7 ^b	23,1 ^a	0,6 ^a	5,5 ^a	3,4 ^a	8,5 ^a	30,3 ^a
3x5	1,6 ^b	23,3 ^a	0,7 ^a	5,2 ^a	3,9 ^a	20,7 ^a	44,2 ^a
4x5	1,6 ^c	22,5 ^a	0,7 ^a	4,3 ^a	3,0 ^a	18,2 ^a	55,2 ^a
CV (%)	1,9	5,5	17,2	15,5	11,0	31,9	38,0
Média Geral	1,7	21,6	0,6	4,2	3,0	11,5	34,5
Máximo	2,0	24,3	0,8	5,7	4,0	26,7	89,9
Mínimo	1,5	16,0	0,5	2,9	1,4	4,2	12,4

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de significância. 1x2= LPG x VM; 1x3= LPGx MR; 1x4= LPG x BGCIA 228 ; 1x5= LPG x Jojoba; 2x3= VM x MR; 2x4= VM x BGCIA 228; 2x5= VM x Jojoba; 3x4= MR x BGCIA 228; 3x5= MR x Jojoba; 4x5= BGCIA 228x Jojoba. CV= coeficiente de variação.

Tabela 2. Heterose em relação à média dos pais (h_{mp}), em relação ao pai superior (h_{ps}), em relação a variedade local Jojoba (h_{vl}) em relação comprimento/diâmetro (FRC/DT), espessura da polpa (PES) e casca (CES), teor de sólidos solúveis (TSS), peso médio por fruto (FRP), número de frutos (FRN) e produção média de frutos por planta (PP) de dez híbridos de melancia forrageira

Híbridos	Heterose relativa (%)																				
	FRC/DT			PES			CES			TSS			FRP			FRN			PP		
	h_{mp}	h_{ps}	h_{vl}	h_{mp}	h_{ps}	h_{vl}	h_{mp}	h_{ps}	h_{vl}	h_{mp}	h_{ps}	h_{vl}	h_{mp}	h_{ps}	h_{vl}	h_{mp}	h_{ps}	h_{vl}	h_{mp}	h_{ps}	h_{vl}
1x2	3	13	-8	1	11	-13	-38	-39	-38	-21	-10	-18	9	-24	-18	-40	-56	-65	-44	-75	-75
1x3	-1	23	0	-7	10	-6	16	-1	0	2	15	8	-20	-24	-18	29	23	-40	6	-52	-52
1x4	-2	9	-11	13	2	0	8	-5	-4	27	40	36	30	-16	-10	248	180	121	394	82	82
1x5	-11	7	-12	0	-1	-1	-39	-39	-39	19	29	29	-7	-15	-9	-20	-25	-40	-30	-50	-50
2x3	1	15	-6	12	-4	0	21	5	3	71	73	58	17	-12	-5	47	6	-16	48	-30	-30
2x4	0	2	-17	-10	13	-31	-8	-18	-19	21	25	14	-41	-74	-72	73	61	27	16	-54	-54
2x5	-1	11	-10	5	-8	-8	-23	-23	-23	43	50	37	7	-24	-18	38	46	16	23	-9	-9
3x4	-3	13	-8	8	-5	-1	-2	30	-27	59	54	52	22	-15	-8	12	-11	-30	57	-39	-39
3x5	-9	14	-7	-2	-4	0	17	0	0	49	49	45	1	-3	5	134	116	71	128	68	68
4x5	-10	2	-17	8	-3	-3	2	-9	-9	22	24	20	12	-26	-20	68	90	50	71	12	12

1x2= LPG x VM; 1x3= LPGx MR; 1x4= LPG x BGCIA 228 ; 1x5= LPG x Jojoba; 2x3= VM x MR; 2x4= VM x BGCIA 228; 2x5= VM x Jojoba; 3x4= MR x BGCIA 228; 3x5= MR x Jojoba; 4x5= BGCIA 228x Jojoba.

Tabela 3. Valores médios do número de sementes por fruto (NS), peso de 100 sementes (P100S), peso fresco das sementes (PFS), peso seco das sementes (PSS), produção fresca de sementes (ProdF) em cinco cultivares experimentais e dez híbridos de melancia forrageira

Genótipos	NS (unid)	P100S (g)	PFS (g)	PSS (g)	ProdF (kg)
LPG (1)	665,8 ^a	14,2 ^a	93,4 ^a	87,8 ^a	63,1 ^a
VM (2)	732,6 ^a	11,5 ^c	90,6 ^a	81,8 ^a	72,0 ^a
MR (3)	703,6 ^a	13,8 ^a	104,9 ^a	96,7 ^a	79,3 ^a
BGCIA 228 (4)	452,2 ^a	11,7 ^c	55,8 ^b	50,4 ^b	25,2 ^b
Jojoba (5)	810,1 ^a	12,8 ^b	103,3 ^a	96,4 ^a	84,1 ^a
1x2	664,8 ^a	13,9 ^a	93,4 ^a	87,9 ^a	62,8 ^a
1x3	589,6 ^a	14,8 ^a	87,8 ^a	80,0 ^a	52,1 ^a
1x4	752,6 ^a	13,7 ^a	101,3 ^a	92,7 ^a	77,2 ^a
1x5	726,2 ^a	14,5 ^a	110,4 ^a	99,9 ^a	82,9 ^a
2x3	848,7 ^a	13,0 ^b	112,5 ^a	103,3 ^a	96,6 ^a
2x4	539,2 ^a	11,9 ^c	60,5 ^b	56,3 ^b	33,9 ^b
2x5	709,6 ^a	13,8 ^a	100,3 ^a	93,1 ^a	73,7 ^a
3x4	758,1 ^a	12,9 ^b	98,2 ^a	89,9 ^a	74,6 ^a
3x5	738,3 ^a	13,7 ^a	105,5 ^a	96,9 ^a	81,1 ^a
4x5	666,3 ^a	14,0 ^a	95,0 ^a	85,2 ^a	63,3 ^a
CV (%)	9,0	3,0	10,3	9,9	18,7
Média Geral	690,5	13,3	94,1	86,5	68,1
Máximo	848,7	14,8	112,5	103,3	96,6
Mínimo	452,2	11,5	55,8	50,4	25,2

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de significância. 1x2= LPG x VM; 1x3= LPGx MR; 1x4= LPG x BGCIA 228 ; 1x5= LPG x Jojoba; 2x3= VM x MR; 2x4= VMx BGCIA 228; 2x5= VM x Jojoba; 3x4= MR x BGCIA 228; 3x5= MR x Jojoba; 4x5= BGCIA 228x Jojoba. CV= coeficiente de variação.

Tabela 4. Heterose em relação à média dos pais (h_{mp}), em relação ao pai superior (h_{ps}), em relação a variedade local Jojoba (h_{vl}) em relação ao número de sementes por fruto (NS), peso de 100 sementes (P100S), peso fresco das sementes (PFS), peso seco das sementes (PSS), produção fresca de sementes (ProdF) de dez híbridos de melancia forrageira

Híbridos	Heterose relativa (%)														
	NS			P100S			PFS			PSS			ProdF		
	h_{mp}	h_{ps}	h_{vl}	h_{mp}	h_{ps}	h_{vl}	h_{mp}	h_{ps}	h_{vl}	h_{mp}	h_{ps}	h_{vl}	h_{mp}	h_{ps}	h_{vl}
1x2	-5	-18	-18	8	-2	8	1	11	-10	4	-9	-9	-7	-25	-25
1x3	-14	-27	-27	5	4	15	-11	-16	-15	-13	-17	-17	-27	-38	-38
1x4	35	-7	-7	6	-4	7	36	-3	-2	34	-4	-4	75	-8	-8
1x5	-2	-10	-10	8	2	13	12	5	7	8	3	4	13	-1	-1
2x3	18	5	5	3	-8	2	15	7	9	16	7	7	28	15	15
2x4	-9	-33	-33	3	-16	-7	-17	-42	-41	-15	-42	-42	-30	-60	-60
2x5	-8	-12	-12	14	-2	8	3	-4	-3	4	-4	-3	-5	-12	-12
3x4	31	-6	-6	1	-9	1	22	-6	-5	22	-7	-7	43	-11	-11
3x5	-2	-9	-9	3	-4	7	1	1	2	0	0	0	-1	-3	-3
4x5	6	-18	-18	14	-1	9	19	-9	-8	16	-12	-12	16	-25	-25

1x2= LPG x VM; 1x3= LPGx MR; 1x4= LPG x BGCIA 228 ; 1x5= LPG x Jojoba; 2x3= VM x MR; 2x4= VMx BGCIA 228; 2x5= VM x Jojoba; 3x4= MR x BGCIA 228; 3x5= MR x Jojoba; 4x5= BGCIA 228x Jojoba.

Tabela 5. Valores médios do teor de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), extrato etéreo (EE) e potássio (K) em cinco cultivares experimentais e dez híbridos de melancia forrageira

Genótipos	PB (%)	FDN (%)	DIVMS (%)	EE (%)	K (g kg ⁻¹)
LPG (1)	13,6 ^a	39,6 ^a	76,1 ^a	7,8 ^b	17,0 ^b
VM (2)	16,9 ^a	38,1 ^a	73,9 ^b	12,8 ^a	17,0 ^b
MR (3)	12,9 ^a	38,4 ^a	73,6 ^b	8,5 ^b	18,8 ^b
BGCIA 228 (4)	13,9 ^a	38,9 ^a	78,2 ^a	9,8 ^b	13,8 ^b
Jojoba (5)	13,4 ^a	37,1 ^a	74,9 ^b	10,1 ^a	13,0 ^b
1x2	11,8 ^a	41,0 ^a	74,2 ^b	9,5 ^b	16,2 ^b
1x3	12,6 ^a	38,8 ^a	73,3 ^b	8,2 ^b	21,2 ^b
1x4	11,9 ^a	38,6 ^a	73,4 ^b	10,3 ^a	18,8 ^b
1x5	12,7 ^a	39,3 ^a	73,4 ^b	8,3 ^b	20,5 ^b
2x3	14,2 ^a	38,4 ^a	74,3 ^b	9,4 ^b	27,2 ^a
2x4	14,8 ^a	42,8 ^a	74,7 ^b	11,7 ^a	29,7 ^a
2x5	12,9 ^a	38,6 ^a	73,2 ^b	9,5 ^b	30,7 ^a
3x4	13,6 ^a	35,3 ^a	78,0 ^a	7,8 ^b	30,7 ^a
3x5	13,7 ^a	36,6 ^a	74,4 ^b	8,7 ^b	32,3 ^a
4x5	13,2 ^a	37,8 ^a	76,1 ^a	8,7 ^b	29,8 ^a
CV (%)	8,2	2,9	1,1	13,7	22,5
Média Geral	13,5	38,6	74,8	9,4	22,4
Máximo	16,9	42,8	78,2	12,8	32,3
Mínimo	11,8	35,3	73,3	7,8	13,0

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de significância. 1x2= LPG x VM; 1x3= LPGx MR; 1x4= LPG x BGCIA 228 ; 1x5= LPG x Jojoba; 2x3= VM x MR; 2x4= VMx BGCIA 228; 2x5= VM x Jojoba; 3x4= MR x BGCIA 228; 3x5= MR x Jojoba; 4x5= BGCIA 228x Jojoba. CV= coeficiente de variação.

Tabela 6. Heterose em relação à média dos pais (h_{mp}), em relação ao pai superior (h_{ps}), em relação a variedade local Jojoba (h_{vl}) para teor de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), extrato etéreo (EE) e potássio (K) de dez híbridos de melancia forrageira

Híbridos	Heterose relativa (%)														
	PB			FDN			DIVMS			EE			K		
	h_{mp}	h_{ps}	h_{vl}	h_{mp}	h_{ps}	h_{vl}	h_{mp}	h_{ps}	h_{vl}	h_{mp}	h_{ps}	h_{vl}	h_{mp}	h_{ps}	h_{vl}
1x2	-28	-30	-12	6	8	10	-1	-3	-1	-7,8	-26	-6	-5	-14	25
1x3	-4	-7	-6	0	1	5	-2	0	-2	0	-36	-19	0	13	63
1x4	-14	-14	-12	-2	0	4	-5	-4	-2	0,2	-20	2	0	11	45
1x5	-6	-7	-5	2	6	6	-3	-2	-2	-0,1	-35	-18	0	9	58
2x3	-4	-16	6	0	1	3	1	0	-1	-0,1	-27	-7	1	45	109
2x4	-4	-12	10	11	12	15	-2	-4	0	0	-9	16	1	58	128
2x5	-15	-24	-4	2	4	4	-2	-2	-2	-0,2	-26	-6	1	63	136
3x4	2	-1	1	-9	-5	-5	3	-5	4	-0,1	-39	-23	1	63	136
3x5	4	2	2	-3	-1	-1	0	-1	-1	-0,1	-32	-14	1	72	148
4x5	-3	-5	-2	0	2	2	-1	-3	2	-0,1	-32	-14	1	59	129

1x2= LPG x VM; 1x3= LPGx MR; 1x4= LPG x BGCIA 228 ; 1x5= LPG x Jojoba; 2x3= VM x MR; 2x4= VMx BGCIA 228; 2x5= VM x Jojoba; 3x4= MR x BGCIA 228; 3x5= MR x Jojoba; 4x5= BGCIA 228x Jojoba.

CAPÍTULO 2

Capacidade de combinação em melancia forrageira

Capacidade de combinação em melancia forrageira

Resumo- O objetivo deste estudo foi identificar genitores e combinações híbridas promissoras para o melhoramento de melancia forrageira. Foram avaliados cinco genitores; LPG (1), VM (2), MR (3), BGCIA 228 (4), Jojoba (5) e dez híbridos F_1 's, obtidos a partir de cruzamentos dialélicos balanceados. O delineamento experimental foi em blocos casualizados completos, com três repetições. Avaliou-se características morfoagronômicas e bromatológicas. Observou-se variabilidade genética, entre os tratamentos, que pode ser explorada em programas de melhoramento. Foi encontrada predominância de ação gênica aditiva para os caracteres FRC, FRC/DT, PES, FRP, NS e EE, e ação gênica não aditiva para CES, FRN, PP, PSS, PB, DIVMS. A capacidade geral de combinação indicou o genitor VM como promissor para aumento nos teores de PB e EE, e o genitor MR para obtenção de progênies mais prolíficas, com frutos alongados, com maior PES e FRP. Os híbridos 1x4, 3x4 e 3x5 sobressaíram para os teores de EE, DIVMS e PB, respectivamente. O híbrido 2x3 poderá contribuir com frutos de maior CES e PES. O híbrido 4x5 também se destacou para frutos mais alongados e maior produção. Tais genitores e combinações híbridas podem ser úteis em futuros programas de melhoramento, contribuindo para a obtenção de populações melhoradas.

Palavras-chave: análise dialélica; *Citrullus lanatus* var. *citroides*; melhoramento de forrageiras

Combination capacity of fodder watermelon

Abstract- The aim of this study was to identify progenitors and promising hybrid combinations for the improvement of forage watermelon. Five progenitors were evaluated; LPG (1), MV (2), MR (3), BGCIA 228 (4), jojoba (5) and ten hybrid F_1 's, obtained from balanced diallel crossing. The experimental design was complete randomized blocks, with three replications. Morphoagronomic and bromatological characteristics were evaluated. The genetic variability among the treatments was observed, which can be exploited in crop improvement programs. Predominance of additive gene action was found to the FRC, FRC / DT, PES, FRP, NS and EE characteristics and non-additive gene action for CES, NRF, PP, PSS, CP, IVDMD. The general combining ability indicated the VM progenitor as favorable to

increase in CP and EE levels, and the MR genitor to obtain more prolific progenies, with elongated fruits with higher PES and FRP. The hybrids 1x4, 3x4 and 3x5 excelled in the contents of. EE, IVDMD and CP respectively. The 4x5 hybrid also stood out for more elongated fruits and most production. Such progenitors and hybrid combinations can be useful in future crop improvement programs, contributing to the development of improved populations.

Keywords: diallelic analysis; *Citrullus lanatus* var. *citroides*; forage improvement.

2.1 Introdução

De acordo com Instituto Nacional do Semiárido (INSA), a população do Semiárido compõe-se em torno de 20 milhões de habitantes, correspondendo a 42% da população do Nordeste. Em 2012, 38% da população rural era composta em sua maioria por propriedades agropecuárias pertencentes a agricultores familiares, com uma área de produção correspondente a 47% (Medeiros et al., 2012).

A região Nordeste apresenta relevância na criação de ovinos e caprinos, pois perfazem, respectivamente, 55,5 e 90,6% do efetivo do Brasil, em 2012. Mais de 50% da produção de ovinos e caprinos do país ocorrem na Bahia, Ceará, Pernambuco e Piauí. Porém, ocorreu um decréscimo nos rebanhos caprinos (7,9%) e ovinos (5,0%) em comparação aos anos de 2012 e 2011, em decorrência do longo período de estiagem dos últimos anos, o que resultou em baixos rendimentos e estimulou o descarte precoce dos animais (IBGE 2012).

Desde 2010, o Semiárido brasileiro tem passado por longo período de estiagem, agravada em 2012 e 2013, gerando impactos diretos nesta região (Carvalho, 2012, Brasil, 2014). As secas constantes tornam os agricultores familiares, desta região, vulneráveis, pois alteram a economia local, com elevação dos preços dos volumosos e concentrados para os rebanhos, causando prejuízos diretos aos rebanhos destes agricultores.

Desta forma, buscam-se estratégias de convivência com o semiárido, que garantam a segurança hídrica e alimentar. Entre estas ações, têm-se o uso estratégico de forrageiras, envolvendo desde a utilização de forrageiras adaptadas às condições de semiaridez às técnicas de fenação e silagem.

O uso de forrageiras cultivadas em áreas dependentes de chuvas que sejam fonte de água, energia e proteína, minimizam as perdas no rebanho, como é o caso da palma (*Opuntia ficus-indica* Mill), que é cultivada em 70% das propriedades, principalmente por ser fonte de água e energia. No entanto, devido a sua deficiência em fibra não pode ser utilizada como única fonte de alimento (Moraes et al., 2011, Moreira e Guimarães Filho, 2011).

A melancia forrageira, também conhecida, como melancia de cavalo ou de porco e comumente cultivada por agricultores familiares, sem uso de insumos agrícolas nos períodos de chuva, é uma alternativa alimentar para os rebanhos do semiárido. Esta espécie se destaca pelo valor protéico, maior que 15% e energético em torno de 30%, elevada digestibilidade e fonte de água para os animais (Levi et al., 2013, Moraes et al., 2011, Silva et al., 2009). Embora, ainda, não tenha comprovação científica, a literatura informa que os frutos da melancia forrageira podem ser armazenados por mais de um ano, sem perder a qualidade nutricional, em virtude da dureza de sua casca que garante resistência aos impactos e a deterioração (Mustafa e Alamim, 2012). No entanto, pesquisas são necessárias para que as potencialidades desta espécie sejam utilizadas e aproveitadas pelos agricultores, especialmente considerando uma produção eficiente de baixo custo e pouco uso de insumos.

Levando-se em consideração a importância desta cucurbitácea para produção de forragem para o Semiárido brasileiro e a escassez de informações sobre a potencialidade e utilização de híbridos ou de populações melhoradas para incrementos na produtividade da cultura, verifica-se a necessidade da realização de trabalhos na área do melhoramento genético. Entretanto, o pré-melhoramento é uma etapa anterior e crucial para identificar acessos promissores de bancos de germoplasma que possam amplificar a possibilidade de uso de materiais de importância agrônômica.

O pré-melhoramento de plantas possibilita identificar e selecionar acessos com características mais promissoras, sendo o esquema dialelo uma das estratégias que permite avaliar a potencialidade de cada acesso em transmitir tais caracteres para seus descendentes, assim como estimar os efeitos gênicos envolvidos na determinação dos caracteres. De acordo com o comportamento dos híbridos F_{1s} , pode-se estimar a capacidade geral de combinação (CGC), geralmente associado com o efeito gênico aditivo. A CGC se refere à habilidade de um genitor produzir progênie com dado comportamento, sendo possível indicar os genitores a

serem utilizados em programas de melhoramento. Já a capacidade específica de combinação (CEC), relacionada ao comportamento de uma combinação específica, e geralmente ligada aos efeitos gênicos não-aditivos, é útil para indicar a combinação mais favorável para as características avaliadas (Borém e Miranda, 2013, Cruz e Regazzi, 1994).

De modo geral, os estudos para avaliar a capacidade geral e específica de combinação em forragem para regiões semiáridas, ainda são incipientes, principalmente no Brasil. Apesar disso, existem trabalhos com algumas forrageiras como *Pennisetum glaucum* (milheto) (El-Hosary et al., 2004, Presterl e Weltzien, 2003), *Medicago spp* (alfafa) (Cocks, 1995), *Pennisetum purpureum* (capim elefante) e milheto (Pereira et al., 2006), *Sorghum bicolor* (sorgo) (Umakanth et al., 2012). No entanto, é necessário ampliar esses estudos com forrageiras, que apresentam potencialidades como recurso alternativo e já adaptadas às condições edafoclimáticas do semiárido.

Isto evidencia o caráter inédito e a importância deste estudo para o melhoramento de forrageiras do Semiárido, pois o mesmo tem como objetivo identificar genitores e combinações híbridas de melancia forrageira, promissoras para programas de melhoramento, por meio da capacidade geral e específica de combinação estimada em características relacionadas à produtividade, do fruto e bromatológicas.

2.2 Material e Métodos

Os genitores e híbridos foram avaliados no Campo Experimental de Mandacaru da Embrapa Semiárido, localizado em Juazeiro-BA. Os cinco genitores de melancia forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) avaliados foram: LPG (1), VM (2), MR (3), BG CIA228 (4) e Jojoba (5); dos quais foram obtidos os dez híbridos F_1 's a partir de cruzamentos dialélicos.

Para obtenção dos híbridos F_1 's, os genitores foram semeados em bandejas, posteriormente transplantados em fileiras simples com espaçamento de 1,0 m x 1,5 m. Os híbridos foram obtidos mediante cruzamentos artificiais entre os genitores, para isto, as flores femininas e masculinas foram protegidas, devidamente isoladas no dia anterior a antese. No dia seguinte, as flores masculinas foram extraídas das plantas para a polinização das flores femininas, e novamente protegidas para evitar contaminação.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições e oito plantas por parcela em um espaçamento de 3,0 x 1,5 m. A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno e o transplantio ocorreu 15 dias após a semeadura. Para adubação, utilizou-se 2 L de torta de mamona por cova, sendo que o cultivo ocorreu em condição de sequeiro e no final de 100 dias todos os frutos foram colhidos e avaliados.

As características avaliadas foram: peso médio por fruto (FRP), em kg, correspondente ao quociente entre a massa total de todos os frutos colhidos e o número total de frutos colhidos na parcela; número de frutos por planta (FRN), obtido do número de frutos colhidos dividido pelo número de plantas sobreviventes na parcela; produção média de frutos por planta (PP), em kg, mensurada a partir do peso médio do fruto multiplicado pelo número médio de frutos; relação comprimento e diâmetro transversal do fruto (FRC/DT) e comprimento (FRC) do fruto, em cm, medindo-se com uma régua, respectivamente, a maior e a menor dimensão do fruto, cortado longitudinalmente; espessura média da casca (CES), em cm, estimada a partir da espessura da casca na região da cicatriz floral, da região do pedúnculo e das cascas laterais, medindo-se os extremos do fruto; espessura média da polpa (PES), em cm, quantificada a partir da espessura da polpa longitudinal e transversal, nas extremidades do fruto; número de sementes por fruto (NS); peso seco de sementes (PSS), em g, alocadas em estufa com circulação e ar forçado, por 72 h a 55 °C, posteriormente pesadas; teor de proteína bruta (PB); digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e extrato etéreo (EE), em %. As características de fruto foram avaliadas em uma amostra de 10 frutos por parcela.

Para as análises bromatológicas, as amostras dos frutos completos (casca, polpa e sementes), foram mantidas separadamente em estufa com circulação de ar forçado, por 72 h a 55 °C. Posteriormente, estas amostras foram misturadas e moídas, para a obtenção das amostras compostas dos frutos. Para este procedimento foi retirada 7 g de cada fruto completo moído, totalizando uma amostra composta de 70 g.

Para o ensaio de digestibilidade, determinou-se a matéria seca definitiva, e pela técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases proposta por Maurício et al. (2003) foi avaliado o desaparecimento da amostra nos tempos de incubação: 0-2-6-12-24 e 48 horas. As análises químico-bromatológica dos frutos foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e

Nutrição Animal da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), segundo a metodologia de AOAC (1990) e Van Soest et al. (1991).

Para as análises estatísticas e genéticas, utilizou-se o programa GENES (Cruz, 2013), empregando o método de Griffing (1956), adotando-se o método 2 (pais e F_1 's) e o modelo fixo.

2.3 Resultados e Discussão

Observou-se diferenças significativas entre os tratamentos para a maioria das características avaliadas, havendo variabilidade genética que pode ser explorada em programas de melhoramento, com exceção da espessura da casca, número de frutos por planta, produção média de frutos por planta e teor de proteína bruta, que não diferiram para a capacidade geral e específica de combinação (Tabela 1).

Para a maioria das características, os coeficientes de variação foram baixos, no entanto para número de frutos e produção média de frutos por planta os coeficientes foram altos, 59,2 e 57,5, respectivamente, o que pode ser explicado pela variação genética.

Houve significância quanto à CGC, para comprimento, relação comprimento/diâmetro, espessura de polpa, peso do fruto, número de sementes, peso seco das sementes, extrato etéreo e digestibilidade *in vitro* da matéria seca, demonstrando predominância de ação gênica aditiva.

Ferreira et al. (2002) identificaram este comportamento para espessura da polpa ao analisarem a capacidade de combinação em melancia de mesa, Souza et al. (2002) observaram resultado semelhante para comprimento do fruto. Assim como Bahari et al. (2012) que encontraram predominância de ação gênica aditiva para caracteres de produtividade e fruto. As características relação comprimento/diâmetro, espessura da polpa e digestibilidade *in vitro* da matéria seca, foram significantes para capacidade geral e específica, evidenciando a ação conjunta das interações gênicas aditivas e não aditivas para tais caracteres.

Os componentes quadráticos da capacidade geral foram superiores à específica em relação ao comprimento do fruto, espessura da polpa, peso médio do fruto, número de frutos por planta, peso seco das sementes, proteína bruta e extrato etéreo, o que demonstra a predominância da ação gênica aditiva para estes caracteres (Tabela 2). Tais informações são corroboradas por Souza et al. (2013) ao avaliarem a capacidade de combinação em

características de fruto da melancia de mesa, sendo divergente somente para número de frutos, o qual observou maior capacidade específica de combinação do que capacidade geral.

De acordo com Souza et al. (2013), o melhoramento genético é favorecido quando ocorre a predominância do efeito gênico aditivo, pois permite selecionar grupos ou indivíduos superiores, que desenvolverão descendentes superiores. Já a ação gênica não aditiva permite obter combinações híbridas promissoras, uma vez que a interação de dominância favorece a obtenção de híbridos superiores.

Porém, a magnitude da variância da capacidade geral e específica revelou que as variâncias de capacidade geral foram mais elevadas para a maioria dos caracteres, destacando comprimento, relação comprimento e diâmetro, espessura de casca e polpa, peso e produção do fruto, número de sementes e extrato etéreo, enquanto que nos demais caracteres houve superioridade da variância da capacidade específica, indicando a ação gênica aditiva e não aditiva na expressão dos caracteres estudados (Tabela 2).

Quando a proporção entre a variância da capacidade geral de combinação e a variância entre a capacidade específica for menor que 1 (um), indica a presença de ação gênica não aditiva (Sapovadiya et al., 2014). Observa-se que metade dos caracteres avaliados apresentaram resultados inferiores a 1(um), enquanto que no restante observou-se uma proporção maior que 1 (um), indicando predomínio da ação aditiva (Tabela 2).

Determinar as estimativas da capacidade geral e específica de combinação permite selecionar combinações híbridas promissoras para obtenção de populações base para o melhoramento. De acordo com Ferreira et al. (2002) a combinação mais favorável é a que possui maior capacidade específica, na qual pelo menos um genitor tenha maior capacidade geral de combinação e seja divergente em relação ao outro genitor do cruzamento. Cruz e Regazzi (1994) sugerem que genitores com altas estimativas de capacidade geral, positivas ou negativas, podem ser superiores ou inferiores aos demais genitores incluídos na análise dialélica, com relação ao comportamento médio dos cruzamentos.

Ao analisar a estimativa do efeito da capacidade geral de combinação (Tabela 3), LPG apresentou capacidade geral positiva para comprimento, relação comprimento e diâmetro, espessura de casca e polpa, peso do fruto e peso seco das sementes e negativa para as demais características. Desta forma, o mesmo contribuiria para obtenção de descendentes com frutos

mais alongados e maior espessura de casca e polpa. Frutos com maior espessura de casca poderiam ser armazenados por mais tempo, já que seriam mais resistentes aos impactos e a deterioração, contudo frutos mais alongados dificultam o transporte. Assim, seriam mais vantajosos frutos menores e progênies mais prolíficas, no entanto, os agricultores familiares ainda preferem frutos mais alongados e de maior peso. O genitor MR apresenta estas características desejáveis pelos agricultores, ou seja, frutos mais alongados, com maior peso médio e maior produção média por planta.

O genitor VM, por apresentar capacidade geral positiva para espessura de casca, número de frutos, produção de frutos por planta, número de sementes por fruto, proteína bruta e extrato etéreo, é recomendado para obtenção de progênies mais prolíficas, maior produção por planta, maior espessura de casca, maior número de sementes, maior teor de proteína e maior extrato etéreo. Estas seriam características essenciais para a forrageira, principalmente pelo aumento no teor de proteína e extrato etéreo que são encontrados em maior quantidade nas sementes.

No genitor BGCIA 228, para a maioria das características, a capacidade geral foi negativa, porém é o único com digestibilidade *in vitro* positiva, caráter importante para degradabilidade da matéria seca, e com alto teor de proteína bruta e extrato etéreo. Em contrapartida, Jojoba, uma variedade local bastante cultivada, apresentou maior número de caracteres morfoagronômicos com capacidade geral positiva, enquanto que as características bromatológicas foram negativas, ou seja, com baixo teor protéico e energético. Isto significa que variedades melhores que a mais cultivada na região podem ser obtidas a partir dos genitores avaliados nesta pesquisa.

Em estudo realizado na Malásia por Bahari et al. (2012) com cruzamentos dialélicos em genótipos de *C. lanatus*, para as características número de frutos, peso médio do fruto e espessura de casca as estimativas da capacidade geral foram mais baixas que as observadas neste estudo, exceto para peso médio do fruto.

As estimativas de capacidade geral mais elevada foram observadas no genitor VM para proteína bruta e extrato etéreo, no genitor MR para comprimento, relação comprimento/diâmetro, espessura da polpa, peso do fruto e produção média dos frutos, assim como em BGCIA 228 para número de frutos e digestibilidade *in vitro* da matéria seca e Jojoba

para espessura de casaca, número de sementes por frutos e peso seco das sementes. Portanto, estes genitores podem ser usados na obtenção de populações base para a melhoria destas características (Tabela 3).

Para o cultivo desta espécie para alimentação animal, os frutos menores e arredondados, ou seja, menor comprimento e relação comprimento/diâmetro facilitam o transporte e o armazenamento. Os híbridos 1x5 e 3x5 apresentaram capacidade específica negativa, contribuindo para diminuir o comprimento e relação comprimento/diâmetro, ao passo que a combinação híbrida 2x4 apresentou maior capacidade específica negativa para comprimento e 1x5 maior capacidade específica negativa para relação comprimento/diâmetro (Tabela 4).

O comportamento destes híbridos ocorre pela capacidade geral de combinação negativa dos genitores VM e Jojoba, respectivamente (Tabela 3). Na perspectiva dos agricultores, frutos maiores, os híbridos 1x4, 2x3, 2x5 e 4x5, contribuem para o aumento do comprimento e relação comprimento/diâmetro do fruto, sendo que 2x3 e 4x5 apresentaram maior capacidade específica positiva para comprimento e relação comprimento/diâmetro, respectivamente. Este comportamento de 2x3 se dá pelo genitor MR (Tabela 3).

Algumas combinações híbridas se destacaram como 1x4 com altos valores de capacidade específica para número e peso seco das sementes, características que podem resultar em melhor valor proteico e energético desta forrageira. O híbrido 2x3 também se destacou por apresentar capacidade específica positiva para espessura de casca e peso de frutos, sendo promissor para obtenção de linhagens mais resistentes a impactos e deterioração e com frutos maiores.

Quanto à espessura da polpa, o melhor é que seja maior, pois assim resultará em maior quantidade de polpa, garantindo maior disponibilidade de água e matéria seca. Contudo, deve-se atentar para a quantidade de sementes, caráter tão importante quanto à polpa, já que nas sementes encontram-se os maiores teores de proteína e gordura. Assim, 2x3 e 1x4 apresentaram capacidades específicas positivas e altas para número de sementes e, portanto, podem contribuir para o aumento deste caráter (Tabela 4).

Os híbridos 1x4, 3x4 e 3x5 apresentaram as maiores capacidades específicas positivas para extrato etéreo, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e proteína bruta, respectivamente

(Tabela 4). Estes componentes são essenciais para determinar a qualidade de uma espécie forrageira, pois a gordura (EE) e proteína (PB) contribuem para a construção e reconstrução dos tecidos, fatores importantes para os animais, principalmente no período seco, quando ocorre redução da qualidade e disponibilidade das forrageiras nativas da caatinga. Valores altos de digestibilidade contribuem para maior consumo e aproveitamento pelo animal. Em conjunto, os valores médios de EE (9,4%), PB (13,52%) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (74,86%) indicam que esta forrageira supre as exigências do animal, evitando que ocorram perdas em relação ao peso e que o produtor realize o descarte antecipado dos animais (Tabela 1).

O híbrido 2x4 se destaca por apresentar capacidade específica positiva para proteína bruta e extrato etéreo, atrelados a outras características importantes, esta combinação híbrida e seus genitores podem ser úteis em programas de melhoramento de melancia forrageira.

Em termos de produção, os híbridos 2x4, 1x4 e 4x5, tiveram as maiores capacidades específicas positivas para número de frutos, peso do fruto e produção média do fruto por planta, respectivamente. Todos estes apresentaram ao menos um genitor com capacidade geral elevada e discrepante do outro genitor do cruzamento, sendo que em 2x4, destaca-se o genitor BGCIA 228, para 1x4, LPG, e para 4x5 foi genitor Jojoba.

2.4 Conclusão

Os genitores e combinações híbridas apresentaram potencialidade para a obtenção de populações de melancia mais produtivas e valor nutritivo para aumento da produtividade do rebanho.

O genitor VM destaca-se como mais promissor para utilização em programas de melhoramento que visem à obtenção de frutos com maiores teores de proteína e extrato etéreo, enquanto que MR é mais promissor para obtenção de progênies mais produtivas.

Em termos de combinação híbrida, destacam-se os híbridos 1x4, 3x4 e 3x5 para frutos com maiores teores de proteína, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e extrato etéreo, respectivamente. Os híbridos 4x5, 2x4, 2x3 e 1x4 podem contribuir com progênies prolíficas.

2.5 Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1990) **Official methods Association of Official Analytical Chemists**. Arlington. AOAC. 292p.

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** 2012:1-6, 2012.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. 6 edição. Viçosa, MG. Ed. UFV. 2013. 523p.

BRASIL, Ministério da Integração Nacional. **Anuário brasileiro de desastres naturais: 2013**. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. – Brasília: CENAD. 2014. 106p.

COCKS, P.S. Genotype $\times$ site interactions in seed production, hard seed breakdown and regeneration of annual medics (*Medicago* spp.) in west Asia. **The Journal of Agricultural Science** 125: 199-209, 1995.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG. Ed. UFV. 1994.390p.

CRUZ, C.D. Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.

CARVALHO, O. A Seca Nordestina de 2012-2013: dimensões ecológicas, humanas e socioeconômicas. **Revista Ciencia e Tropico. Recife** 36: 11-30, 2012.

GRIFFING, B.A. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Science** 9: 463-493, 1956.

EL-HOSARY, A.A.; OMAR, S.A.; EL-GIZAWY, K.B.; ABO-GABLE, S.K. Breeding millet (pearl millet) for forage yield under drought conditions: 1-combining ability in diallel crosses among five genotypes. **Mansoura University Journal of Agricultural Sciences (Egypt)** 29: 5493- 5501, 2004.

IBGE, Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. v 40. p 1-71. 2012.

LEVI, A.; THIES, J.A.; WECTER, W.P.; HARRISON, H.F.; SIMMONS, A.M.; REDDY, U.K.; NIMMAKAYALA, P.; FEI, Z. High frequency oligonucleotides: targeting active gene (HFO-TAG) markers revealed wide genetic diversity among *Citrullus* spp. accessions useful for enhancing disease or pest resistance in watermelon cultivars. **Genetic Resources and Crop Evolution** 60: 427-440, 2013.

FERREIRA, M.A.J.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** **37i**: 963-970, 2002.

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** **36**: 131-139, 2006.

MAURICIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; MARTINS, R.G.R.; RODRIGUES, J.A.S. Potencial da Técnica in Vitro Semi-Automática de Produção de Gases para Avaliação de Silagens de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench); **Revista Brasileira de Zootecnia** **32**:1013-1020, 2003.

MEDEIROS, S.S.; CAVALCANTE, A.M.B.; MARIN, A.M.P.; TINÔCO, L.B.M.; SALCEDO, I.H.; PINTO, T.P. **Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro**. Campina Grande – PB. INSA, Instituto Nacional do Semiárido. 2012. 103p.

MOREIRA, J.N.; GUIMARÃES FILHO, C. **Sistemas Tradicionais para produção de caprinos e ovinos**. In: Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. Org: Voltolini TV Petrolina: Embrapa Semiárido. 2011. 568p.

MORAES, S.A.; COSTA, S.A.P.; ARAÚJO, G.G.L. **Nutrição e Exigências Nutricionais**. In: Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. Org: Voltolini TV. Petrolina: Embrapa Semiárido. 2011, 568p.

MUSTAFA, A.B.; ALAMIN, A.A.M. Chemical composition and protein degradability of watermelon (*Citrullus lanatus*) seeds cake grown in Western Sudan. **Asian Journal of Animal Sciences** **6**: 33-37, 2012.

PEREIRA, A.V.; DAHER, R.F.; PEREIRA, M.G.; SILVA LÉDO, F.J.; SOUZA SOBRINHO, F.; AMARAL JUNIOR, A.T.; FREITAS, V.P.; PEREIRA, T.N.S.; FERREIRA, C.F. Análise de cruzamentos dialélicos entre capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). 1. Características morfoagronômicas. **Acta Scientiarum. Agronomy** **28**: 267-275, 2006.

PRESTERL, T.; WELTZIEN, E. Exploiting Heterosis in Pearl Millet for Population Breeding in Arid Environments. **Crop Science** **43**: 767-776, 2003.

SAPOVADIYA, M. H.; MEHTA, D. R.; DHADUK, H. L.; BABARIYA, C. A. Combining ability in watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.). **Electronic Journal of Plant Breeding**, 5(3): 327-330, 2014.

SINGH, N.P.; DADWADIA, G. E.; ANNAPURNA, G. Analysis of heterosis e combining ability status among diallel set of hybrids for yield and quality traits in watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb). **Vegetation Science** **36**: 323-326, 2009.

SILVA, R.L.N.V.; ARAÚJO, G.G.L.; SOCORRO, E.P.; OLIVEIRA, R.L.; NETO, A.F.G.; BAGALDO, A.R. Níveis de farelo de melancia forrageira em dietas para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia** **38**: 1142-1148, 2009.

SOUZA, F.F.; QUEIRÓZ, M.A.; DIAS, R.C.S. Capacidade de combinação entre linhas tetraplóides e diplóides de melancia. **Horticultura Brasileira** **20**: 654-658, 2002.

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

UMAKANTH, A.V.; PATIL, J.V.; RANI, C.; GADAKH, S.R.; SIVA KUMAR, S.; RAO, S.S.; KOTASTHANE, T.V. Combining Ability and Heterosis over Environments for Stalk and Sugar Related Traits in Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). **Sugar Tech** **14**: 237-246, 2012.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science** **74**: 3583-3597, 1991.

Tabela 1. Análise de variância de doze caracteres avaliados em um esquema de cruzamentos dialélicos parciais, envolvendo cinco genitores de melancia forrageira

Caracteres	Quadrados médios						
			FV	Tratamentos	CGC	CEC	Resíduo
	Médias	CV	GL	14	4	10	28
FRC (cm)	29,39	10,4		40,828*	108,555*	13,737 ^{ns}	9,383
FRC/DT (cm)	1,73	4,1		0,048*	0,114*	0,216*	0,005
CES (cm)	1,32	34,6		0,163 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,220 ^{ns}	0,210
PES (cm)	21,66	10,8		18,670*	47,416*	7,171*	5,504
FRN(unid)	8,30	59,2		23,956 ^{ns}	38,545 ^{ns}	18,120 ^{ns}	24,216
FRP (kg)	3,12	20,4		1,906*	4,931*	0,696 ^{ns}	0,401
PP (kg)	25,07	57,5		116,056 ^{ns}	74,226 ^{ns}	132,788 ^{ns}	207,740
NS (unid)	692,16	17,4		31.917,12**	42.595,39**	27.645,813 ^{ns}	14.507,8
PSS (g)	86,59	19,3		675,462**	1.474,42*	355,87 ^{ns}	280,29
PB (%)	13,52	16,6		4,651 ^{ns}	7,216 ^{ns}	3,625 ^{ns}	5,075
EE (%)	9,4	13,7		6,120*	15,176*	2,497 ^{ns}	1,683
DIVMS (%)	74,86	2,1		2,173*	13,177*	6,171*	2,492

^{ns} Não significativo; * Significativo, ao nível de 1% de probabilidade; ** Significativo, ao nível de 5% de significância, pelo teste F; CV= coeficiente de variação; FV= Fontes de Variação; GL= Grau de liberdade; CGC= capacidade geral de combinação; CEC= capacidade específica de combinação; FRC= comprimento do fruto; FRC/DT= relação comprimento e diâmetro do fruto; CES= espessura da casca; PES= espessura da polpa; FRN=número de frutos por planta; FRP= peso médio do fruto; PP= produção média de frutos por planta; NS= número de sementes por frutos; PSS= peso seco das sementes; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; DIVMS= digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Tabela 2. Componentes quadráticos e variância de doze caracteres avaliados em um esquema de cruzamentos dialélicos parciais, envolvendo cinco genitores de melancia forrageira

	Componentes quadráticos			Variância	
	CGC	CEC	S ² CGC	S ² CEC	S ² CGC/ S ² CEC
FRC (cm)	4,722	1,451	40,33	18,87	2,137
FRC/DT (cm)	0,0051	0,0055	0,000045	0,000033	1,363
CES (cm)	-0,009	0,003	0,000067	0,0064	0,010
PES (cm)	1,995	0,555	7,71	5,59	1,379
FRN (unid)	0,682	-2,032	5,500	63,78	0,086
FRP (kg)	0,215	0,098	0,083	0,043	1,930
PP (kg)	-6,357	-24,983	42,73	4,258	0,010
NS (unid)	1.337,50	4.379,32	72,111	65,986	1,092
PSS (g)	56,86	25,19	7,566	14,054	0,53
PB (%)	0,101	-0,483	0,195	2,716	0,071
EE (%)	0,642	0,271	0,791	0,642	1,23
DIVMS (%)	0,508	1,226	0,642	2,983	0,0002

CGC= capacidade geral de combinação; CEC= capacidade específica de combinação; FRC= comprimento do fruto; FRC/DT= relação comprimento e diâmetro do fruto; CES= espessura da casca; PES= espessura da polpa; FRN=número de frutos por planta; FRP= peso médio do fruto; PP= produção média de frutos por planta; NS= número de sementes por frutos; PSS= peso seco das sementes; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; DIVMS= digestibilidade *in vitro* da matéria seca; S²CGC = variância para capacidade geral de combinação; S²CEC = variância para capacidade específica de combinação; S²CGC /S²CEC= relação entre a variância de capacidade geral e específica de combinação.

Tabela 3. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação de cinco genitores de melancia forrageira para doze caracteres

Caracteres	Capacidade Geral de Combinação				
	LPG	VM	MR	BGCIA228	Jojoba
FRC (cm)	1,117	-2,74	2,464	-2,078	1,236
FRC/DT (cm)	0,028	-0,061	0,109	-0,071	-0,004
CES (cm)	0,012	0,012	0,007	-0,054	0,021
PES (cm)	0,683	-1,992	1,46	-1,182	1,031
FRN (unid)	-1,675	0,872	-0,627	1,800	-0,370
FRP (kg)	0,256	-0,391	0,465	-0,639	0,308
PP (kg)	-2,858	0,375	1,932	-0,710	1,260
NS (unid)	-9,065	10,653	27,000	-72,518	43,929
PSS (g)	2,367	-2,175	6,391	-13,489	6,905
PB (%)	-0,657	0,933	-0,133	0,076	-0,219
EE (%)	-0,665	1,334	-0,765	0,243	-0,146
DIVMS (%)	-0,186	-0,648	-0,243	1,38	-0,300

FRC= comprimento do fruto; FRC/DT= relação comprimento e diâmetro do fruto; CES= espessura da casca; PES= espessura da polpa; FRN=número de frutos por planta; FRP= peso médio do fruto; PP= produção média de frutos por planta; NS= número de sementes por frutos; PSS= peso seco das sementes; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; DIVMS= digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Tabela 4. Estimativas da capacidade específica de combinação em dez híbridos de melancia forrageira, para doze caracteres

Caracteres	Capacidade específica de combinação									
	1x2	1x3	1x4	1x5	2x3	2x4	2x5	3x4	3x5	4x5
FRC (cm)	-0,168	-1,873	3,036	-1,411	3,384	-3,239	0,779	1,388	-1,925	0,817
FRC/DT(cm)	0,033	0,028	0,009	-0,157	0,019	0,000	0,033	-0,038	-0,104	0,142
CES (cm)	-0,382	0,188	0,184	-0,425	0,255	-0,049	-0,192	-0,144	0,179	0,107
PES (cm)	0,006	-1,879	2,163	-0,217	2,196	-2,460	0,758	1,120	-0,793	1,049
FRN (unid)	-3,168	1,331	-0,930	0,941	1,617	4,355	0,826	-0,977	0,926	2,231
FRP (kg)	0,473	-0,784	0,653	-0,260	0,330	-0,731	0,020	0,477	0,030	0,168
PP (kg)	-7,990	-0,614	4,028	1,023	7,385	-1,171	4,623	4,004	0,500	9,842
NS (unid)	-28,947	-120,495	166,690	-0,857	118,885	-91,095	-37,176	111,457	-24,79	2,728
PSS (g)	1,080	-15,385	17,295	4,066	12,490	-14,561	1,809	10,404	-3,023	5,157
PB (%)	-1,998	-0,031	-1,007	0,120	-0,055	0,368	-1,336	0,234	0,563	-0,112
EE (%)	-0,606	0,226	1,284	-0,292	-0,573	0,784	-1,125	-1,082	0,174	-0,801
DIVMS (%)	0,306	-1,131	-2,588	-0,941	0,363	-0,826	-0,646	2,034	0,149	0,138

1x2= LPG x VM; 1x3= LPGx MR;1x4= LPG x BGCIA 228 ;1x5= LPG x Jojoba; 2x3= VM x MR; 2x4= VMx BGCIA 228; 2x5= VM x Jojoba; 3x4= MR x BGCIA 228; 3x5= MR x Jojoba; 4x5= BGCIA 228x Jojoba.;FRC= comprimento do fruto; FRC/DT= relação comprimento e diâmetro do fruto; CES= espessura da casca; PES= espessura da polpa; FRN=número de frutos por planta; FRP= peso médio do fruto; PP= produção média de frutos por planta; NS= número de sementes por frutos; PSS= peso seco das sementes; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; DIVMS= digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

CAPÍTULO 3

Inter-relação entre caracteres morfoagronômicos e bromatológicos em melancia forrageira

Inter-relação entre caracteres morfoagronômicos e bromatológicos em melancia forrageira

Resumo- O objetivo deste trabalho foi estimar a correlação fenotípica e seus desdobramentos em efeitos diretos e indiretos pela análise de trilha sob multicolinearidade, entre características agrônômicas e bromatológicas em *Citrullus lanatus* var. *citroides*. O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados completos, com três repetições. Foram utilizados cinco genitores de melancia forrageira (LPG, VM, MR, BGCIA 228 e Jojoba) e seus respectivos híbridos, obtidos a partir de cruzamentos dialélicos balanceados, sendo avaliadas treze caracteres morfoagronômicos e bromatológicos. A partir da correlação observou-se que frutos mais alongados possuirão maiores espessura de polpa e peso, no entanto menor teor de proteína, o que requer atenção. A análise de trilha em crista, com variável dependente a produção de frutos, apresentou efeitos diretos positivos e baixos para a maioria dos caracteres, indicando redução no teor de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro. Pela estimativa dos efeitos diretos e indiretos, a escolha dos genótipos com maior espessura de casca e extrato etéreo (EE) tem efeito direto e positivo sobre a PB. No entanto a análise de trilha mostrou-se como mais adequada para a seleção de progenitores com maiores teores de PB.

Palavras-chave: Multicolinearidade, melhoramento de forrageiras, análise de trilha

Interrelation between morphoagronomic and bromatological characteristics in forage watermelon

Abstract - The aim of this study was to estimate the phenotypic correlation and its consequences in direct and indirect effects through path analysis, between agronomical and bromatological characteristics in *Citrullus lanatus* var. *citroides*. The experimental design used was in complete randomized blocks, with tree replications. Five forage watermelon progenitors were used (LPG, VM, MR, BGCIA 228 and Jojoba) and their respective hybrids, obtained from balanced diallel crossing, being evaluated thirteen morphoagronomic and bromatological characteristics. It was observed from the correlation, that the more elongated

fruit will possess more thickness of pulp and weight, but lower protein content, which requires attention. The ridge path analysis, with fruit produce as the dependent variable, displayed direct positive and low effects to most of the characteristics, indicating reduction in crude protein (CP) and neutral detergent fiber. From the estimate of the direct and indirect effects, the choice of genotypes with thicker rinds and ether extract (EE) has a direct and positive effect on CP. However, the path analysis showed to be more suitable for the selection of progenitors with higher levels of CP.

Keywords: Multicollinearity, forage improvement, path analysis

3.1 Introdução

A água contida nos alimentos é uma importante fonte de água para os animais, essencial para o rebanho em regiões com escassez hídrica ou de difícil acesso, como a região Semiárida do Brasil. Alimentos suculentos como a melancia forrageira, caracterizada por apresentar elevadas concentrações de água, podem constituir em uma importante fonte para os animais (Araújo et al., 2011).

Longos períodos de estiagem resultam em baixo rendimento dos animais, logo não basta que a forrageira seja um recurso hídrico, mas que a mesma forneça suprimento adequado de energia e proteína, necessário para a manutenção e aumento da produtividade animal (Moraes et al., 2011).

Mustafa e Alamin (2012) observaram para melancia forrageira teor de proteína de 20,9%, e energia de 30,1%, enquanto Silva et al. (2009) ao analisarem a composição química do farelo desta forrageira, verificaram teor de proteína de 18,73%, valores de proteínas superiores ao observado em palma forrageira (em torno de 5%), espécie de maior importância no Nordeste brasileiro (Santos et al., 2010).

Tais informações evidenciam o potencial da melancia forrageira, todavia não há estudos sobre o melhoramento genético desta cultura. Para o melhoramento de forrageiras do Semiárido do Brasil, busca-se a seleção de genótipos adaptados às condições edafoclimáticas da região, que contribuam para o aumento da produtividade e com características bromatológicas, que possam minimizar as perdas do rebanho decorrentes do período seco.

No melhoramento genético, procura-se obter genótipos superiores que apresentem um conjunto de caracteres desejáveis. Para isso, é necessário o agrupamento de várias características favoráveis. Assim, a seleção baseada em uma ou poucas características mostra-se inadequada, levando a um produto final superior em relação a um ou poucos caracteres selecionados (Cruz e Regazzi, 1994).

A partir da análise de correlação simples, pode-se avaliar quanto à alteração de um caráter pode afetar o outro ou outros e pode auxiliar na escolha da estratégia da seleção. No entanto, não determina os efeitos diretos e indiretos de um grupo de caracteres em relação a um determinado caráter considerado de maior importância (Cruz e Regazzi, 1994; Cruz, 2006; Silva et al., 2007).

Tais informações são indispensáveis no melhoramento e podem ser obtidas pela análise de trilha (Cruz, 2006). Esta metodologia tem auxiliado na formulação de procedimentos apropriados para seleção de genótipos superiores para diversas forrageiras, como *Brachiaria ruziziensis* (Borges et al., 2011), *Pennisetum purpureum* (Daher et al., 2004), *Trifolium pratense* (Montardo et al., 2003), palma forrageira (Pinheiro et al., 2014) e milho (Caixeta et al., 2015).

A análise de trilha é um estudo da decomposição do coeficiente de correlação, permitindo avaliar se a relação entre duas variáveis é de causa e efeito ou é determinada pela influência de uma ou mais variáveis. Quando existe um nível de inter-relação entre estas variáveis, diz-se que há multicolinearidade (Cruz, 2006). Para enfrentar este obstáculo, podem-se descartar várias características ou empregar a análise de trilha em crista, a qual é utilizada para contornar os efeitos adversos da multicolinearidade (Carvalho et al., 1999).

Segundo Cruz (2006), os problemas causados pela multicolinearidade não são devidos simplesmente a sua presença e sim o grau que se manifesta. Havendo multicolinearidade em níveis considerados moderados a severos, entre um conjunto de variáveis explicativas, torna-se difícil avaliar a sua influência sobre a resposta na variável principal, e ignorar os seus efeitos pode provocar resultados danosos ou absurdos, logo faz-se necessário a obtenção do diagnóstico da multicolinearidade, no qual pode-se estimar o grau destas inter-relações.

Este trabalho objetivou analisar a correlação fenotípica e seus desdobramentos em efeitos diretos e indiretos pela análise de trilha em crista, entre as características

morfoagronômicas e a produção de frutos e teor de proteína bruta em melancia forrageira, bem como identificar o método mais adequado para seleção dos caracteres.

3.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Mandacaru da Embrapa Semiárido, Juazeiro-BA. Foram avaliados cinco genitores de melancia forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) e seus respectivos híbridos F_1 's, obtidos a partir de cruzamentos dialélicos.

Os genitores pertencem ao Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semiárido, os quais possuem as seguintes características: (1) LPG, possui frutos alongados, casca lisa, cor verde claro e polpa branca; (2) VM, apresenta frutos de formato alongado com peso entre 0,5 a 3,0 kg; (3) MR, com peso dos frutos variando de 2,0 a 8,0 kg; (4) BGCIA 228 com frutos alongados com peso entre de 1,5 a 7,0 kg e (5) Jojoba, uma variedade local que não é registrada e nem protegida, porém considerada padrão por ser cultivada e até mesmo comercializada por agricultores da região de Juazeiro-BA /Petrolina-PE.

Para obtenção dos híbridos F_1 's, os genitores foram semeados em bandejas, posteriormente transplantados em fileiras simples com espaçamento de 1,0 m x 1,5 m. Os híbridos foram obtidos mediante cruzamentos artificiais entre os genitores, para isto, as flores femininas e masculinas foram protegidas, devidamente isoladas no dia anterior a antese. No dia seguinte, as flores masculinas foram extraídas das plantas para a polinização das flores femininas, e novamente protegidas para evitar contaminação.

Os genitores e híbridos foram semeados em bandejas. Após 15 dias foram transplantados para o campo. Antes do transplântio, foi realizada a adubação com torta de mamona, colocando 2 L por cova. Em cada cova foi inserida uma planta. Durante o cultivo, realizou-se a capina para eliminação de plantas invasoras, e em condição de sequeiro, no final dos 100 dias todos os frutos foram colhidos e avaliados. O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados, com três repetições. Cada parcela foi composta por uma fileira de oito plantas, em espaços de 1,5 m, mantendo-se um espaçamento entre linhas de 3,0 m.

Para avaliação das características do fruto, utilizou-se uma amostra de 10 frutos por parcela. Avaliou-se os seguintes caracteres: 1) relação comprimento/diâmetro transversal do fruto (FRC/DT) e 2) comprimento (FRC) do fruto, em cm, medindo-se com uma régua, respectivamente, a maior e a menor dimensão do fruto, cortado longitudinalmente; 3) espessura média da polpa (PES), em cm, quantificada a partir da espessura da polpa longitudinal e transversal, nas extremidades do fruto; 4) espessura média da casca (CES), em cm, estimada a partir da espessura da casca na região da cicatriz floral, da região do pedúnculo e das cascas laterais, medindo-se os extremos do fruto; 5) peso médio por fruto (FRP), em kg, correspondente ao quociente entre a massa total de todos os frutos colhidos e o número total de frutos colhidos na parcela; 6) número de frutos por planta (FRN), obtido do número de frutos colhidos dividido pelo número de plantas sobreviventes na parcela; 7) produção média de frutos por planta (PP), em kg, mensurada a partir do peso médio do fruto multiplicado pelo número médio de frutos; 8) número de sementes por fruto (NS); 9) peso fresco de sementes (PFS), em g; 10) teor de proteína bruta (PB); 11) fibra em detergente neutro (FDN); 12) digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e 13) extrato etéreo (EE), em %.

Quanto às análises bromatológicas, os componentes casca e polpa dos frutos foram mantidos separadamente das sementes, em estufa com circulação de ar forçado, por 72 h a 55 °C. Posteriormente, todas as porções do fruto foram misturadas e moídas, foram utilizadas amostras compostas dos frutos, obtidas a partir da retirada 7 g de cada fruto completo moído, um total de 70 g por amostra composta.

Para obtenção dos valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca, foi necessário inicialmente determinar a matéria seca definitiva. Esta análise foi baseada na técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases proposta por Maurício et al. (2003), na qual foi avaliado o desaparecimento da amostra nos tempos de incubação: 0-2-6-12-24 e 48 horas. As análises químico-bromatológicas dos frutos foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), segundo a metodologia de AOAC (1990) e Van Soest *et al.* (1991).

Os dados originais foram submetidos à análise de variância. Realizou-se a matriz de coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre os caracteres e, por meio do teste t de Student, a 5% de significância de erro. Foi verificado a magnitude dos coeficientes de

correlação de acordo com Carvalho *et al.* (2004): $r = 0$ (nula); $0 < |r| < 0,30$ (fraca); $0,30 < |r| < 0,60$ (média); $0,60 < |r| < 0,90$ (forte); $0,90 < |r| < 1$ (fortíssima) e $|r| = 1$ (perfeita).

Para a obtenção da análise de trilha, foi realizado o diagnóstico de multicolinearidade (Cruz, 2013) e interpretado de acordo com critério de Montgomery e Peck (1981), com base no número de condição (NC), que é a razão entre o maior e o menor autovalor da matriz. Se $NC < 100$, a multicolinearidade é considerada fraca e não constitui problema para a análise; se $100 \leq NC \leq 1000$, a multicolinearidade é considerada de moderada a forte e se $NC \geq 1000$, é considerada severa (Cruz e Carneiro, 2003). Nesta análise foi encontrada número de condição severa, realizando a análise de trilha em crista. Neste caso, empregou-se a metodologia, denominada análise de trilha em crista, em que uma constante (k) é introduzida à diagonal da matriz $X'X$ (Carvalho *et al.*, 1999) para as variáveis básicas produção de frutos e teor de proteína.

Para contornar o efeito da colinearidade, realizou-se o descarte de diferentes variáveis explicativas para ambas as variáveis básicas, contudo somente o teor de proteína, após o descarte, apresentou $NC < 100$. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa Genes (Cruz, 2013).

3.3 Resultados e Discussão

Os coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre os caracteres de melancia forrageira variaram entre $-0,878 \leq r \leq 0,997$ (Tabela 1). Assim a maior parte das magnitudes das correlações entre os caracteres foram entre fraca e média, de acordo com a classificação de Carvalho *et al.* (2004). Não houve significância para a maioria das associações, exceto para FRC x FRC/DT, FRC x PES, FRC x FRP, FRC/DT x PES, FRC/DT x FRP, FRC/DT x PB, PES x FRP, FRP x PFS e FRN x PFS (Tabela 1).

Independente da significância do teste t , 33,3% das correlações fenotípicas foram consideradas fracas; 30,8% medianas; 28,2% fortes e 7,6% fortíssimas (Tabela 1). Os coeficientes de variação ambiental (CV) variaram de 1,9% para relação comprimento/diâmetro a 38,0 % para produção de frutos, para o peso do fruto o CV foi de 11,0 %. Moreira *et al.* (2013) ao estudarem a inter-relação entre caracteres de pimenta, verificaram para produção um CV alto. Para os autores isto evidencia a complexidade do caráter, no qual observou-se a ação de muitos genes e do ambiente.

Verificou-se que o comprimento do fruto teve correlação positiva com a relação FRC/DT, PES e FRP. Era esperado que a associação entre a relação entre FRC/DT e FRC fosse alta uma vez que, para a obtenção desta relação foi utilizado o FRC, assim quanto maior o fruto, consequentemente, maior será seu peso (Tabela 1).

Observou-se elevada associação positiva entre relação FRC/DT x PES e FRC/DT x FRP e negativa em FRC/DT x PB. Também há positividade entre PES e FRP, o que indica que frutos mais alongados possuirão maiores espessura de polpa e peso, sugerindo menor teor de proteína, o que requer atenção (Tabela 1). Pois, durante o período seco na região Semiárida, os recursos forrageiros são escassos, além disto, ocorre aumento dos preços dos concentrados e volumosos. O uso de forrageiras, que possuem reservas hídricas que supram a escassez de água e que seja fonte de proteína e energia, é estratégico para minimizar as perdas do rebanho.

A relação FRC/DT relaciona-se positivamente com alguns caracteres e negativamente com a PB. É necessária atenção especial, pois ao selecionar um caráter pode promover alterações inconvenientes em outros caracteres (Cruz e Carneiro, 2003).

Destacaram-se correlações lineares altas entre peso do fruto e peso fresco das sementes ($r = 0,893$) e número de sementes e peso fresco das sementes ($r = 0,936$) (Tabela 1). A inter-relação observada entre estas características permite inferir que uma determinada variável poderá interferir no rendimento de sementes através de outra correlacionada a ela (Montardo et al., 2003). Desse modo, o aumento do número de sementes, permite a ressemeadura e uma maior independência do agricultor em relação ao mercado.

A produção e o teor de proteína bruta foram consideradas as variáveis dependentes para melancia forrageira, pois espera-se um aumento da produtividade da cultura e do rebanho, tais caracteres estão diretamente ligados a essas expectativas.

Utilizando-se a produção de frutos como variável dependente, detectou-se multicolinearidade severa entre as variáveis explicativas baseada na classificação proposta por Montgomery e Peck (1981).

Para contornar a multicolinearidade foi empregada a metodologia da análise de trilha em crista, na qual valor de $k=0,15$ foi empregado e todas as variáveis foram utilizadas.

O coeficiente de determinação da análise de trilha, obtido por esta metodologia, mostra que 94,8% da produção de frutos podem ser explicados pelo efeito das variáveis estudadas

(Tabela 2). Quando este coeficiente é próximo ou igual à unidade (1), aceita-se que as variações na variável dependente são explicadas pelas variações das variáveis explicativas (Borges et al., 2011).

Com o intuito de reverter os efeitos da multicolinearidade, pode-se realizar o descarte das variáveis, ao realizar esta ação não necessariamente a variável que tem maior importância econômica é a que mais explica a variável básica, contudo torna-se difícil o processo de exclusão, principalmente quando vários caracteres necessitam ser eliminados (Carvalho et al., 1999).

Observou-se efeito direto positivo da produção de frutos para a maioria dos caracteres, contudo os valores foram baixos, com efeitos diretos negativos para PB (-0,108) e FDN (-0,288) (Tabela 2).

Considerando-se, por exemplo, o PFS, a correlação fenotípica observada entre ela e a PP foi de 0,667. Quando a colinearidade foi levada em conta, o efeito direto do PFS na PP caiu para 0,091.

Assim como PFS, todas as variáveis, exceto FRN, CES e FRC, apresentaram efeitos diretos baixos, inclusive inferiores ao efeito residual (0,186), o que reduz a importância destas variáveis na seleção para produção de frutos em melancia forrageira. De acordo com Carvalho et al. (2002), quando a contribuição do erro residual for semelhante ou superior ao coeficiente da análise de trilha, indica que as características independentes influenciaram pouco a produção.

O FRN (0,318) e a CES (0,217) foram as variáveis entre os caracteres analisados, que apresentaram maiores efeitos diretos na produção de frutos por planta. Embora tenha havido redução na magnitude das estimativas, quando comparadas às correlações fenotípicas, as mesmas mantiveram-se positivas.

O FRN teve efeito total 0,416 e os efeitos indiretos baixos para PP, comportamento semelhante para CES. Dessa forma, estas variáveis podem ser usadas na seleção de genótipos mais produtivos.

Para Valle et al. (2009), no melhoramento de forrageiras não basta obter uma planta mais produtiva, a mesma deve conter bom valor nutritivo, como também conseguir maior eficiência na sua transformação em produção animal.

Para analisar do teor de proteína, optou-se por utilizar tanto a análise de trilha como também a análise de trilha em crista, com o objetivo de determinar qual o análise mais adequada para a seleção de caracteres.

Ao analisar o teor de proteína como a variável dependente, foi utilizada $k = 0,06$, o menor valor para estabilizar os dados, o coeficiente de determinação mostrou que 97,4% da proteína podem ser explicadas pelo efeito das variáveis estudadas. Verifica-se que as variações no PB são devidas, em grande parte pelo EE, além disto, foram observados efeitos diretos baixos e a maioria negativo (Tabela 3).

De modo geral, observou-se que os efeitos diretos das diferentes variáveis explicaram pouco da variação do teor de proteína, verificaram-se valores mais expressivos para espessura de casca e extrato etéreo (Tabela 3).

Notou-se que o efeito direto da CES sobre a PB é um valor semelhante à correlação total, quando é observado tal comportamento entre as características, e estes parâmetros são semelhantes ou iguais, em magnitude ou sinal, essa correlação explica a verdadeira associação entre as variáveis (Vencovsky e Barriga, 1992).

Pela estimativa dos efeitos diretos e indiretos, a escolha dos genótipos com CES e EE tem efeito direto e positivo sobre a PB. No entanto, é necessário atenção já que o aumento do teor PB poderá acarretar em menor PP.

Para contornar os efeitos adversos da multicolinearidade, empregou-se a exclusão de variáveis de alta correlação, indicadas pelo diagnóstico de colinearidade, para as variáveis básicas, PP e teor PB. No entanto, mesmo após o descarte de diversas características, o número de condições para a variável dependente produção de frutos indicou severidade, logo, a partir destes resultados, a análise de trilha em crista ainda seria o procedimento adequado para analisar os efeitos diretos e indiretos, outras características não avaliadas neste trabalho podem estar envolvidas na expressão deste caráter.

Contudo, ao realizar o diagnóstico para teor PB, o número de condições foi 18,02, considerado fraco e não constituiu problema para a análise (Montgomery e Peck, 1981), assim a análise de trilha pôde ser calculada e o coeficiente de determinação foi de 78,2% (Tabela 4). Com isso, foram consideradas como variáveis independentes: NS, CES e EE.

O caráter PB pode ser explicado pelo efeito em maior parte pelo EE, como observado anteriormente. Resultados encontrados são semelhantes ao observado na análise de trilha em crista, contudo o efeito direto do EE (0,877) sobre a PB foi alto, o mais expressivo das análises realizadas, já os efeitos indiretos foram praticamente nulos (Tabela 4).

O efeito direto da CES sobre a PB foi baixo e positivo, e os efeitos indiretos baixos. Quanto ao número de sementes, observou-se correlação total fraca e efeitos indiretos baixos, contudo o efeito direto sobre a proteína foi negativo, indicando que o aumento no NS pode acarretar em diminuição no teor de proteína.

3.4 Conclusão

Análise de trilha mostrou-se como a análise mais adequada para seleção de genótipos com maiores teores de proteína.

A espessura de casca pode ser usada diretamente para seleção de genótipos mais produtivos e com maior teor de proteína. O extrato etéreo é característica de maior influência sobre a proteína, característica útil na seleção de genótipos com maior conteúdo protéico. O caráter número de frutos poderá auxiliar na seleção de genótipos mais produtivos.

Outras características não avaliadas neste trabalho podem estar associadas ao caráter teor de proteína e produção de frutos, outros caracteres em outros genótipos devem ser avaliados.

3.5 Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods Association of Official Analytical Chemists**. Arlington: AOAC, 1990.

ARAÚJO, G.G.L. de; VOLTOLINI, T.V.; TURCO, S.H.N.; PEREIRA, L.G. A água nos sistemas de produção de caprinos e ovinos. In: **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**. Org: VOLTOLINI, T. V. Petrolina: Embrapa Semiárido. 2011.

BORGES, V.; SOBRINHO, F.S.; LEDO, F. J.S.; KOPP, M. M. Associação entre caracteres e análise de trilha na seleção de progênies de meios-irmãos de *Brachiaria ruziziensis*. **Rev. Ceres** [online]. 2011, vol.58, n.6, pp. 765-772. ISSN 0034-737X

CAIXETA, D.S.; FRITSCHÉ-NETO, R.; GRANATO, I.S.C.; OLIVEIRA, L.R.; GALVÃO, J.C.C. Early indirect selection for nitrogen use efficiency in maize. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 2, p. 369-378, abr-jun, 2015.

CARVALHO, S.P. de. **Métodos alternativos de estimação de coeficientes de trilha e índices de seleção, sob multicolinearidade**. Viçosa: UFV, 1995. 163p.

CARVALHO, C.G.P.; OLIVEIRA, V.R.; CRUZ, C.D.; CASALI, V.W.D. Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.34, n.4, p.603-613, 1999. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X1999000400011>

CARVALHO, C.G.P.; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F.; OLIVEIRA, M.F.; VELLO, N.A. Correlações e análise de trilha em linhagens e soja semeadas em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.3, p.311-320, 2002.

CARVALHO, F.I.F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária - UFPel, 2004. 141p.

CRUZ, C.D. **Programa genes: estatística experimental e matrizes**. Viçosa: UFV, 2006. 285p.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2003. 585p.

CRUZ CD, REGAZZI AJ (1994) **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG. Ed. UFV.390p.

DAHER, R.F.; PEREIRA, A.V.; PEREIRA, M.G.; LÉDO, F.J.S.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; ROCABADO, J.M. A.; FERREIRA, C.F.; TARDIN, F.D. Análise de trilha de caracteres forrageiros do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Ciência Rural**, v.34, n.5, set-out, 2004.

MAURICIO, R. M.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M.; MARTINS, R. G. R.; RODRIGUES, J. A. S.; Potencial da Técnica in Vitro Semi-Automática de Produção de Gases para Avaliação de Silagens de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench); **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.1013-1020, 2003.

MORAES, S. A.; COSTA, S.A.P.; ARAÚJO, G.G.L. Nutrição e Exigências Nutricionais. In: **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**. Org: Voltolini, T. V. Petrolina: Embrapa Semiárido. 2011.

MOREIRA, S.O.; GONÇALVES, L.S.A.; RODRIGUES, R.; SUDRÉ, C.P.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; MEDEIROS, A.M. Correlações e análise de trilha sob multicolinearidade em linhas recombinadas de pimenta (*Capsicum annuum* L.). **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.8, n.1, p.15-20, 2013.

MONTARDO, D.P.; AGNOL, M.D.; CRUSIUS, A.F.; PAIM, N.R. Análise de Trilha para Rendimento de Sementes em Trevo Vermelho (*Trifolium pratense* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1076-1082, 2003

MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A. **Introduction to linear regression analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1982. 504p.

MUSTAFA, A.B.; ALAMIN, A.A.M. Chemical composition and protein degradability of watermelon (*Citrullus lanatus*) seeds cake grown in Western Sudan. **Asian Journal of Animal Sciences**, v.6, n 1, p 33-37. 2012.

PINHEIRO, K.M.; SILVA, T.G.F., CARVALHO, H.F.S.; SANTOS, J.E.O.; MORAIS, J.E.F.; ZOLNIER, S.; SANTOS, D.C. Correlações do índice de área do cladódio com características morfogênicas e produtivas da palma forrageira. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.49, n.12, p.939-947, dez. 2014. <doi: 10.1590/S0100-204X2014001200004>

SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; DUBUEX JR, J.C.B.; FERREIRA, M.A.; CUNHA, M.V. Palma Forrageira. In: **Plantas Forrageiras**. Org: Fonseca, D.M.; Martuscello, J.A.Viçosa, MG, Ed. UFV, 2010.

SILVA, G.O.; PEREIRA, A.S.; SOUZA, V.Q.; CARVALHO, F.I.F.; FRITSCH NETO, R. Correlações entre caracteres de aparência e rendimento e análise de trilha para aparência de batata. **Bragantia**, v.66, n.3, p. 381-388, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052007000300003>>

SILVA, R.L.N.V; ARAÚJO, G.G.L.; SOCORRO, E.P.; OLIVEIRA, R.L.; NETO, A.F.G.; BAGALDO, A.R.. Níveis de farelo de melancia forrageira em dietas para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1142-1148, 2009.

VALLE, C. B.; JANK, L.; RESENDE, R.M. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, 56(4): 460-472, 2009.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

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

Tabela 1. Coeficientes de correlação simples de Pearson entre 13 caracteres; FRC= Comprimento do fruto; FRC/DT= relação comprimento/diâmetro; PES= espessura da polpa; CES= espessura da casca; FRP= peso médio do fruto; FRN=número de frutos por planta; PP= produção média de frutos por planta; NSF= número de sementes por frutos; PFS= peso fresco das sementes; PB= proteína bruta; FDN= fibra em detergente neutro; DIVMS= digestibilidade in vitro da matéria seca e EE= extrato etéreo

Caracteres	FRC/DT	PES	CES	FRP	FRN	PP	NS	PFS	PB	FDN	DIVMS	EE
FRC	0,979**	0,997**	0,144 ^{ns}	0,956**	-0,268 ^{ns}	0,643 ^{ns}	0,522 ^{ns}	0,736 ^{ns}	-0,796 ^{ns}	-0,073 ^{ns}	-0,300 ^{ns}	-0,713 ^{ns}
FRC/DT		0,980**	-0,040 ^{ns}	0,893*	-0,268 ^{ns}	0,553 ^{ns}	0,381 ^{ns}	0,630 ^{ns}	-0,878*	-0,024 ^{ns}	-0,247 ^{ns}	-0,763 ^{ns}
PES			0,151 ^{ns}	0,937*	-0,250 ^{ns}	0,627 ^{ns}	0,473 ^{ns}	0,692 ^{ns}	-0,826 ^{ns}	-0,032 ^{ns}	-0,232 ^{ns}	-0,753 ^{ns}
CES				0,240 ^{ns}	0,309 ^{ns}	0,564 ^{ns}	0,511 ^{ns}	0,329 ^{ns}	0,181 ^{ns}	-0,247 ^{ns}	0,069 ^{ns}	0,097 ^{ns}
FRP					-0,390 ^{ns}	0,649 ^{ns}	0,715 ^{ns}	0,893*	-0,587 ^{ns}	-0,134 ^{ns}	-0,505 ^{ns}	-0,556 ^{ns}
FRN						0,416 ^{ns}	-0,116 ^{ns}	-0,363 ^{ns}	0,040 ^{ns}	-0,596 ^{ns}	0,353 ^{ns}	0,382 ^{ns}
PP							0,743 ^{ns}	0,667 ^{ns}	-0,358 ^{ns}	-0,724 ^{ns}	-0,355 ^{ns}	-0,056 ^{ns}
NS								0,936*	0,064 ^{ns}	-0,604 ^{ns}	-0,796 ^{ns}	0,166 ^{ns}
PFS									-0,190 ^{ns}	-0,386 ^{ns}	-0,790 ^{ns}	-0,138 ^{ns}
PB										-0,153 ^{ns}	-0,193 ^{ns}	0,866 ^{ns}
FDN											0,537 ^{ns}	-0,578 ^{ns}
DIVMS												-0,326 ^{ns}

^{ns} Não significativo

**, * : Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

Tabela 2. Estimativa dos efeitos diretos (diagonal e negrito) e indiretos (fora da diagonal) de 13 caracteres agrônômicos sobre a produção de frutos por planta (PP) em melancia forrageira obtidos pela análise de trilha em crista

Caracteres	FRC	FRC/DT	PES	CES	FRP	FRN	NS	PFS	PB	FDN	DIVMS	EE	Total
FRC	0,127	0,104	0,129	0,031	0,090	-0,085	0,084	0,067	0,086	0,021	-0,001	-0,025	0,643
FRC/DT	0,125	0,106	0,127	-0,008	0,084	-0,085	0,062	0,057	0,095	0,007	-0,001	-0,027	0,553
PES	0,127	0,104	0,130	0,033	0,088	-0,079	0,076	0,063	0,090	0,009	-0,001	-0,026	0,627
CES	0,018	-0,004	0,019	0,217	0,022	0,098	0,083	0,030	-0,197	0,071	0,000	0,003	0,564
FRP	0,122	0,095	0,122	0,052	0,094	-0,124	0,116	0,081	0,063	0,038	-0,002	-0,019	0,649
FRN	-0,034	-0,028	-0,032	0,067	-0,036	0,318	-0,018	-0,033	-0,004	0,172	0,002	0,013	0,416
NS	0,066	0,040	0,061	0,111	0,067	-0,037	0,162	0,085	-0,007	0,174	-0,004	0,005	0,743
PFS	0,094	0,067	0,090	0,071	0,084	-0,115	0,152	0,091	0,020	0,111	-0,004	-0,005	0,667
PB	-0,101	-0,093	-0,107	0,039	-0,055	0,012	0,010	-0,017	-0,108	0,044	-0,001	0,030	-0,358
FDN	-0,009	-0,002	-0,004	-0,053	-0,012	-0,189	-0,098	-0,035	0,016	-0,288	0,003	-0,020	-0,724
DIVMS	-0,038	-0,026	-0,030	0,015	-0,047	0,112	-0,129	-0,072	0,021	-0,155	0,005	-0,011	-0,355
EE	-0,091	-0,081	-0,098	0,021	-0,052	0,121	0,027	-0,012	-0,094	0,166	-0,001	0,035	-0,056

Coefficiente de determinação = 0,948

Valor de k usado na análise = 0,15

Efeito da variável residual = 0,186

FRC= Comprimento do fruto; FRC/DT= relação comprimento/diâmetro; PES= espessura da polpa; CES= espessura da casca; FRP= peso médio do fruto; FRN=número de frutos por planta; PP= produção média de frutos por planta; NSF= número de sementes por frutos; PFS= peso fresco das sementes; PB= proteína bruta; FDN= fibra em detergente neutro; DIVMS= digestibilidade in vitro da matéria seca e EE= extrato etéreo.

Tabela 3. Estimativa dos efeitos diretos (diagonal e negrito) e indiretos (fora da diagonal) de 13 caracteres agrônômicos sobre teor de proteína bruta (PB) em melancia forrageira obtidos pela análise de trilha em crista

Caracteres	FRC	FRC/DT	PES	CES	FRP	FRN	PP	NS	PFS	FDN	DIVMS	EE	Total
FRC	-0,212	-0,284	-0,224	0,034	-0,067	0,045	-0,069	0,084	0,061	-0,003	0,044	-0,191	-0,796
FRC/DT	-0,208	-0,291	-0,220	-0,009	-0,062	0,045	-0,059	0,061	0,052	-0,001	0,036	-0,204	-0,878
PES	-0,212	-0,285	-0,224	0,035	-0,065	0,042	-0,067	0,076	0,058	-0,001	0,034	-0,202	-0,826
CES	-0,030	0,011	-0,034	0,235	-0,016	-0,052	-0,060	0,082	0,027	-0,012	-0,010	0,026	0,181
FRP	-0,203	-0,260	-0,210	0,056	-0,070	0,065	-0,069	0,115	0,074	-0,006	0,074	-0,149	-0,587
FRN	0,057	0,078	0,056	0,073	0,027	-0,168	-0,044	-0,018	-0,030	-0,029	-0,052	0,102	0,040
PP	-0,137	-0,160	-0,141	0,132	-0,045	-0,070	-0,107	0,119	0,055	-0,035	0,052	-0,015	-0,358
NS	-0,113	-0,111	-0,106	0,120	-0,050	0,019	-0,079	0,161	0,078	-0,029	0,117	0,044	0,064
PFS	-0,156	-0,183	-0,155	0,077	-0,062	0,061	-0,071	0,150	0,083	-0,018	0,117	-0,037	-0,190
FDN	0,015	0,007	0,007	-0,058	0,009	0,100	0,077	-0,097	-0,032	0,049	-0,079	-0,155	-0,153
DIVMS	0,063	0,072	0,052	0,016	0,035	-0,059	0,038	-0,128	-0,066	0,026	-0,148	-0,087	-0,193
EE	0,151	0,222	0,169	0,022	0,039	-0,064	0,006	0,026	-0,011	-0,028	0,048	0,268	0,866

Coefficiente de determinação = 0,974

Valor de k usado na análise = 0,06

Efeito da variável residual = 0,160

FRC= Comprimento do fruto; FRC/DT= relação comprimento/diâmetro; PES= espessura da polpa; CES= espessura da casca; FRP= peso médio do fruto; FRN=número de frutos por planta; PP= produção média de frutos por planta; NSF= número de sementes por frutos; PFS= peso fresco das sementes; PB= proteína bruta; FDN= fibra em detergente neutro; DIVMS= digestibilidade in vitro da matéria seca e EE= extrato etéreo.

Tabela 4. Estimativas dos efeitos diretos e indiretos do número de sementes por fruto (NS), espessura de casca do fruto (CES) e teor de extrato etéreo (EE) sobre a variável básica teor de proteína bruta (PB) em melancia forrageira obtidos pela análise de trilha

Caráter	Efeito	Estimativa
NS	Direto sobre PB	-0,177
	Indireto via CES	0,095
	Indireto via EE	0,145
	Total	0,064
CES	Direto sobre PB	0,187
	Indireto via NS	-0,090
	Indireto via EE	0,085
	Total	0,181
EE	Direto sobre PB	0,877
	Indireto via NS	-0,029
	Indireto via CES	0,018
	Total	0,866
Coeficiente de determinação = 0,948		

CONCLUSÃO GERAL

Diante da importância da melancia forrageira para alimentação animal no Semiárido brasileiro, fazem-se necessários estudos contínuos para a avaliação de outros genótipos cultivados por agricultores familiares, aumentando a chance de identificar e obter acessos mais promissores.

A capacidade geral de combinação mostrou que entre os genitores avaliados destacaram-se MR, quanto à produtividade e VM para os teores de proteína e de extrato etéreo.

Os híbridos 1x4, 3x5 e 4x5 são promissores para futuros programas de melhoramento, já que podem contribuir na obtenção de linhagens mais produtivas. Já para as características bromatológicas, teores de proteínas, extrato etéreo e digestibilidade, destacaram 3x5, 1x4 e 3x4, respectivamente.

Para as características avaliadas, observou-se relação direta entre a espessura da casca e o teor de proteína, no entanto o efeito direto do extrato etéreo foi mais expressivo sobre a proteína.

Outras características devem ser estudadas, já que a produtividade sobre a ação de múltiplos genes, e estas podem auxiliar na seleção desse caráter, o mesmo deve ocorrer para teor de proteína bruta.