



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
MESTRADO EM FITOTECNIA

EDICLEIDE MACEDO DA SILVA

**INTERAÇÃO GENÓTIPO x AMBIENTE, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE
DE HÍBRIDOS DE MELÃO PELE DE SAPO VIA MODELO MISTO**

MOSSORÓ

2017

EDICLEIDE MACEDO DA SILVA

**INTERAÇÃO GENÓTIPO x AMBIENTE, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE
DE HÍBRIDOS DE MELÃO PELE DE SAPO VIA MODELO MISTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de mestra em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Melhoramento Genético

Orientador: Prof. Dr. Glauber Henrique de Sousa Nunes

MOSSORÓ

2017

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do autor, sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu respectivo autor seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT) – Campus Mossoró
Setor de Informação e Referência (SIR)

S586i Silva, Edicleide Macedo da.
INTERAÇÃO GENÓTIPO x AMBIENTE, ADAPTABILIDADE E
ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE MELÃO PELE DE SAPO
VIA MODELO MISTO / Edicleide Macedo da Silva. -
2017.
48 f. : il.

Orientador: Glauber Henrique de Sousa Nunes.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Fitotecnia, 2017.

1. Cucumis melo. 2. BLUP. 3. MHPRVG. 4.
Produtividade. 5. Sólidos Solúveis . I. Nunes,
Glauber Henrique de Sousa , orient. II. Título.

EDICLEIDE MACEDO DA SILVA

**INTERAÇÃO GENÓTIPO x AMBIENTE, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE
DE HÍBRIDOS DE MELÃO PELE DE SAPO VIA MODELO MISTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de mestra em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Melhoramento Genético

Defendida em: 17 / 02 /2017

BANCA EXAMINADORA

Glauber Henrique de Sousa Nunes

Prof. Dr. Glauber Henrique de Sousa Nunes (UFERSA)
Presidente

Elaine Welk Lopes Pereira Nunes

Dra. Elaine Welk Lopes Pereira Nunes (UFERSA)
Membro Examinador

Lindomar Maria da Silveira

Prof. Dra. Lindomar Maria da Silveira (UFERSA)
Membro Examinador

Antônio Francisco de Mendonça Jr.

Prof. Dr. Antônio Francisco de Mendonça Júnior (UFCEG)
Membro Examinador externo

À minha querida avó Maria Madalena de Medeiros, a quem eu tanto amo e que deixou um legado de ensinamentos em minha vida, aos quais irei levar para todo o sempre.

Aos meus pais, José Macedo da Silva e Hozenita Maria de Medeiros, exemplo de coragem, honestidade, pelo esforço dedicado à minha formação e por entenderem minha ausência durante estes anos. Sem eles nada disto seria possível.

A João Pedro Peixoto Fernandes, que esteve comigo nessa longa caminhada e que não mediu esforços para que o meu sonho se tornasse realidade.

OFEREÇO E DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela dádiva da vida, por me tornar mais forte e capaz e por todas as conquistas concedidas.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido onde concluí a graduação em agronomia e agora tive a oportunidade de fazer o mestrado.

Ao programa de pós-graduação em Fitotecnia, do qual tive grande prazer em fazer parte.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de Bolsa de Estudo.

Aos meus pais, José Macedo da Silva e Hozenita Maria de Medeiros, pelo imenso amor, cuidado e dedicação.

Aos meus amados irmãos Edilson, Enilson, Enilda, Enilma, Edivan, Edivânia e Edivaneide, pelo amor, paciência e por toda a ajuda durante esses anos.

Aos meus sobrinhos Lorena, Thaynara, Edilley, Thiago, Henrique, Rodrigo, Gustavo e Davi, pelas inúmeras vezes que colocaram um sorriso no meu rosto.

Ao meu namorado, João Pedro Peixoto Fernandes, pelo apoio, paciência, incentivo, confiança e por toda a ajuda na realização desse sonho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Glauber Henrique de Sousa Nunes, pela orientação, atenção, dedicação, encorajamento e valiosos ensinamentos que me proporcionou durante a realização deste trabalho.

Ao coordenador do programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Prof. Dr. Daniel Valadão Silva, pelo trabalho que vem desenvolvendo no programa, pela ajuda e por toda a atenção, por ser uma pessoa íntegra, coerente e competente.

À Macarena, que trouxe uma alegria enorme para minha vida nesses últimos dias.

Aos meus amigos que estiveram comigo durante esses anos: João Pedro, Francisco Linco, Augusto, Vianey, Patricia, Ítalo, Alex Lima, Luiz Eduardo, Kênia, Josué, Thaís, Francisco Valentim, José Sousa, José Nedson, Assis e Antônio Ramos.

Aos professores da pós-graduação Dr. José Torres Filho, Dra. Lindomar Maria da Silveira, Dr. Aurélio Paes Barros Júnior, Dra. Lidiane Kely de Lima, Dra. Cybelle Barbosa e Lima Vasconcelos, Dr. Jeferson Luiz Dallabona Dombroski e Dr. Francisco Bezerra Neto, pelos ensinamentos, incentivo e dedicação, meu enorme agradecimento.

À minha amiga Anânkia, um ser humano abençoado que Deus colocou em meu caminho. Obrigada por suas palavras de carinho e incentivo.

À Camila, secretária do programa de Pós-graduação em Fitotecnia, pela profissional responsável, dedicada e atenciosa.

A todos aqueles que colaboraram, direta ou indiretamente, na realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Embora os avanços tecnológicos e científicos tenham contribuído de maneira substancial para o melhoramento genético, é importante salientar que, qualquer que seja a tecnologia empregada, a participação da seleção sempre foi fundamental para o êxito desejado.

Ernesto Paterniani

RESUMO

SILVA, Edicleide Macedo da. **INTERAÇÃO GENÓTIPO x AMBIENTE, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE MELÃO PELE DE SAPO VIA MODELO MISTO.** 2017. 48f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.

O presente trabalho teve como objetivo realizar a avaliação genotípica de doze híbridos de melão Pele de Sapo no Estado de Rio Grande do Norte. Estudos da adaptabilidade e estabilidade dos valores genotípicos preditos foram realizados pelo procedimento MHPRVG (Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genéticos). Os caracteres avaliados foram a produtividade e o teor de sólidos solúveis. Verificou-se interação genótipos x ambientes para as duas variáveis em todos os grupos de híbridos avaliados. Verificou-se predomínio da parte complexa da interação para as duas características avaliadas, dificultando o processo seletivo. O método da média harmônica da performance relativa dos valores genotípicos (MHPRVG), baseado em valores genotípicos preditos via modelo misto permite a identificação de híbridos de melão Pele de Sapo com adaptabilidade e estabilidade. O híbrido experimental HP-09 é mais promissor para o cultivo no Agropolo Mossoró-Assú por apresentar altas estabilidade, adaptabilidade e elevada produtividade.

Palavras-chave: *Cucumis melo*; BLUP; MHPRVG; Produtividade; Sólidos solúveis.

ABSTRACT

SILVA, EDICLEIDE MACEDO DA. **GENOTYPIC X ENVIRONMENT INTERACTION, ADAPTABILITY AND STABILITY OF PELE DE SAPO MELON HYBRIDS BY MIXED MODEL.** 2017. 48f. Dissertation (Master in Agronomy: Plant Science) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.

This study aimed to carry out the genotypic evaluation of twelve groups of Piel del Sapo melon hybrids in the Rio Grande do Norte State. Studies on adaptability and stability of the predicted genotypic values were performed by MHPRVG procedure (current Harmonica Relative performance of Genetic Values). The traits evaluated were yield and soluble solids. It was genotype x environment interaction for both variables in all groups of hybrids. There was a predominance of complex part of the interaction for the two traits evaluated. The method of harmonic mean relative performance of genotypic values (MHPRVG), based on genotypic values predicted by mixed model, allows the identification of Piel del Sapo melon hybrids with stability adaptability. The experimental hybrid HP-09 is more promising for cultivation at Mossoró-Assu pole because it presents high stability, adaptability and productivity.

Key words: *Cucumis melo*; BLUP; MHPRVG; Productivity; Soluble solids.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Aspectos externos e internos de melão Pele de sapo.....	17
--	----

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Híbridos que foram utilizados nos ensaios em quatro ambientes. Mossoró, UFERSA, 2017..... 24
- Tabela 2 – Dados climáticos dos quatro locais nos quais foram conduzidas as avaliações dos híbridos de melão Pele de Sapo. Mossoró, UFERSA, 2017.... 24
- Tabela 3 – Análise de deviance, componentes de variâncias, acurácia, coeficiente de variação genotípico e residual obtidos via REML da produtividade e sólidos solúveis avaliados em híbridos de melão Pele de Sapo cultivados em quatro ambientes nos municípios do Agropolo Mossoró-Assú. Mossoró-RN. UFERSA, 2017..... 29
- Tabela 4 – Componentes de variâncias, acurácia, coeficiente de variação genotípico e residual obtidos via REML individual, considerando a análise conjunta de híbridos de melão Pele de sapo avaliados em quatro municípios do Agropolo Mossoró-Assú. Mossoró-RN. UFERSA, 2017..... 31
- Tabela 5 – Estabilidade de valores genotípicos (MHVG) e adaptabilidade de valores genotípicos (PRVG), de híbridos de melão pele de sapo conduzidos em quatro ambientes do Agropolo Mossoró-Assú. Mossoró-RN. UFERSA, 2017 33
- Tabela 6 – Estabilidade e adaptabilidade de valores genotípicos (MHPRVG) de híbridos de melão pele de sapo conduzidos em 4 ambientes do Agropolo Mossoró-Assú. Mossoró-RN. UFERSA, 2017..... 34
- Tabela 7 – Estimativas de médias genéticas de híbridos de melão Pele de Sapo avaliados em quatro municípios do Agropolo Mossoró-Assu. Mossoró, 2017..... 35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA.....	16
2.2	MELÃO PELE DE SAPO.....	17
2.3	INTERAÇÃO GENÓTIPOS POR AMBIENTES.....	18
2.4	ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE.....	21
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1	GENÓTIPOS.....	24
3.2	AMBIENTES.....	24
3.3	CONDUÇÃO EXPERIMENTAL.....	25
3.4	CARACTERES AVALIADOS.....	25
3.5	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	26
3.6	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5	CONCLUSÕES.....	37
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
	APÊNDICE.....	44

1 INTRODUÇÃO

O melão está incluído entre as principais frutas produzidas e exportadas pelo Brasil, ocupando lugar de destaque em volume e exportação (ANUÁRIO, 2016). Dentro desse cenário, as variedades que se destacam em importância no Brasil são *C. melo v. reticulatus*; *C. melo v. cantaloupensis* e *C. melo v. inodorus*, onde os tipos de melão mais comercializados no Brasil são: Amarelo, Pele de Sapo, Honey Dew, Cantaloupe, Gália e Charentais (ARAGÃO, 2011). Essa hortaliça, no ano de 2015, foi responsável pela exportação de 223,746 mil toneladas, gerando uma receita de 154.298.760 US\$ (ANUÁRIO, 2016).

Entre as regiões produtoras de melão, o Nordeste brasileiro é responsável por mais de 95% da produção e exportação de melão. Os principais Estados produtores no período de agosto de 2013 a janeiro de 2014 foram o Ceará e o Rio Grande do Norte, com respectivamente 61,14% e 38,76% da produção nacional (MDIC/ALICE WEB, 2016). A referida cultura é considerada uma das principais culturas do Nordeste, proporcionando, além de benefícios econômicos, uma contribuição social que garante cerca de 55 mil empregos diretos e indiretos (IBGE, 2011).

Muitas são as características que podem estar associadas às razões de destaque do semiárido nordestino para a produção de melão, podendo-se citar as condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da cultura, como altas temperaturas ($> 28^{\circ}\text{C}$), baixa precipitação pluviométrica ($\approx 600 \text{ mm ano}^{-1}$) e a alta luminosidade, onde as empresas têm investido em alta tecnologia, procurando melhorar as características dos frutos e sua produtividade (CRISÓSTOMO et al., 2002). Os frutos produzidos nessa região têm como principais destinos a Comunidade Europeia, Estados Unidos, Ásia e Chile.

No estado do Rio Grande do Norte, merece destaque o polo agroindustrial Mossoró-Assú, que já foi considerado um dos principais polos produtores e exportadores de melão do Brasil (SILVA et al., 2002). A grande maioria dos frutos produzidos no Agropolo Mossoró-Assú é do tipo Amarelo, pertencente ao grupo botânico *inodorus* Naud. No entanto, nos últimos anos tem se verificado uma maior atenção das empresas, sejam elas da iniciativa pública ou privada em diversificar o produto oferecido, cultivando outros tipos de frutos, dentre eles o melão do tipo Pele de Sapo. O referido tipo de melão pertence ao grupo *inodorus* Naud., sendo caracterizado pela casca verde escura, polpa de coloração branca e, sobretudo,

alto teor de sólidos solúveis (> 11%). O melão Pele de Sapo é exportado principalmente para a Espanha, principal consumidor deste tipo de fruto.

Em decorrência do crescimento do setor produtivo, as empresas têm investido em pesquisas para o desenvolvimento de cultivares de melão do tipo Pele de Sapo. Todavia, antes da nova cultivar ser lançada é necessário testá-la em diferentes anos e locais, para que só assim se tenha maior segurança na indicação de um possível híbrido para as várias condições de cultivo dessa hortaliça no semiárido nordestino (NUNES et al., 2005). Por outro lado, devido às diferentes condições de ambiente em que os híbridos de melão são avaliados no Rio Grande do Norte, espera-se que ocorra acentuada interação genótipos x ambientes, que tenha papel importante na manifestação fenotípica. Quando um indivíduo é avaliado em mais de um ambiente, o seu valor fenotípico pode apresentar, além da ação do efeito do genótipo e do meio ambiente ao qual é submetido, um componente adicional denominado interação entre os efeitos genotípicos e os ambientais (BOTREL et al., 2005).

A interação genótipos x ambientes é a principal ferramenta que dificulta o trabalho dos melhoristas, exigindo, por exemplo, que toda a condução do trabalho seja realizada levando-se em consideração as condições do local em que o ensaio está sendo conduzido (CRUZ; CARNEIRO, 2003; RAMALHO et al., 2012). A interação genótipos por ambientes é decorrente do comportamento diferencial dos genótipos nos diferentes ambientes, podendo indicar que os melhores cultivares em um ambiente podem não ser em outro (GAUCH et al., 2008). Uma vez detectada a presença da interação, torna-se fundamental a adoção de medidas no sentido de atenuar seu efeito. Uma das alternativas mais utilizadas é a utilização de genótipos com elevadas estabilidade e adaptabilidade.

Estudos sobre a interação genótipos x ambientes se fazem necessários porque permitem identificar genótipos produtivos, com alta adaptabilidade e estáveis, direcionando o pesquisador na recomendação mais adequada dos genótipos para determinada região. Muitos são os métodos utilizados no estudo da adaptabilidade e estabilidade com base em modelos mistos (REML/BLUP – Restricted Maximum Likelihood/Best Linear Unibased Prediction). Atualmente, a metodologia de modelos mistos REML/BLUP, desenvolvida por Henderson (1975), é o procedimento mais adequado para avaliação genética no melhoramento, fazendo-se necessária para a compreensão da interação genótipos por ambientes (PIRES et al., 2011). Essa metodologia permite considerar erros correlacionados dentro de locais (BERNARDO, 2010). O método da Média Harmônica da Performance Relativa dos valores Genotípicos (MHPRVG), idealizado por Resende (2004), tem tido uma aplicação em diferentes culturas,

tanto nas perenes, quanto nas anuais, contemplando estudos de estabilidade e adaptabilidade. No entanto, não há relatos do uso do referido método com a cultura do meloeiro.

O método MHPVG apresenta, simultaneamente em uma única medida na escala do caráter avaliado, a adaptabilidade, a estabilidade e a produtividade (RESENDE, 2004). Dentro do contexto do ambiente como uma combinação entre os locais e os ambientes (BERNARDO, 2010). Esse modelo é responsável pelo ajustamento dos efeitos de ambientes e blocos dentro de ambientes considerados como de efeitos fixos, contemplando todos os graus de liberdade disponíveis nas fontes de variação referentes a ambientes e blocos dentro ambientes. Dessa forma, quando se obtém valores genotípicos preditos para um dado genótipo, em cada ambiente, simultaneamente, são utilizados os dados de todos os ambientes. Assim sendo, os efeitos aleatórios (genótipos e interação genótipos x ambientes) são preditos com maior precisão, possibilitando maior segurança, uma vez que todo o conjunto de dados é utilizado (RESENDE, 2004).

Diante das considerações, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho genotípico de híbridos de melão pele de sapo no Agropolo Mossoró-Assú no estado do Rio Grande do Norte utilizando modelo misto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA

Não há concordância entre os autores com relação ao local de origem do meloeiro. Os continentes africano e asiático são os prováveis centros de origem da referida cucurbitácea. Aqueles que defendem a África utilizam como principal argumento o seu número de cromossomos ($2n = 2x = 24$), uma vez que as demais espécies de cucurbitáceas de origem africana deste gênero têm o mesmo número básico de cromossomos ($x=12$) (KERJE; GRUM, 2000). Entretanto, autores que defendem a Ásia argumentam que a maior diversidade da espécie está no continente asiático. Além disso, têm sido verificados insucessos nos cruzamentos envolvendo o meloeiro e espécies do gênero *Cucumis* da África (SEBASTIAN et al., 2010). As informações de sequências de DNA mitocondrial e nuclear de acessos africanos, asiáticos e australianos apontam a Ásia, mais especificamente a Índia, como local de origem do meloeiro a partir da espécie *Cucumis callosus* (Rottle) Cogn. Harms (Sebastian et al., 2010). Estudos com cruzamentos envolvendo o meloeiro têm confirmado a hipótese de que *C. callosus* originou o meloeiro (JOHN et al., 2012).

Por apresentar uma grande variação de caracteres morfológicos e fisiológicos, em especial nos frutos, o meloeiro é considerado a espécie mais polimórfica do gênero *Cucumis*. A espécie *Cucumis melo* L. foi subdividida em duas subespécies em função da presença e comprimento de pelos no ovário. Segundo o referido critério, cultivares com ovários de pelos longos pertencem à subespécie *agrestes*, ao passo que ovários com pelos curtos identificam a subespécie *melo* (JEFFREY, 1980). As variedades ou grupo botânicos *acidulus*, *conomon*, *momordica*, *makuwa* e *chinensis* pertencem à subespécie *agrestis*; ao passo que *chate*, *flexuosus*, *tibish*, *adana*, *ameri*, *cantalupensis*, *chandalak*, *reticulatus*, *inodorus* e *dudaim* pertencem à subespécie *melo* (BURGER et al., 2010). Ressalta-se que algumas destas variedades não são bem definidas, pois muitas características são heterogêneas. Além disso, existem tipos intermediários, dificultando, em muitas situações, a classificação. Estudos atualizados com marcadores moleculares, como microssatélites e SNPs, têm confirmado a classificação proposta por Pitrat (2008) (ESTERAS et al., 2013).

Existe uma grande diversidade de genótipos de melão. Dentro das variedades ou grupos botânicos são encontrados os tipos de melão, sendo os tipos comercializados no Brasil: Amarelo, Honey Dew, Pele de sapo, Cantaloupe, Gália e Charentais. Os três primeiros tipos

de melão pertencem à variedade botânica *inodorus* apresentando como principais características frutos sem aroma, boa resistência ao transporte e elevada vida pós-colheita. Os melões do tipo Cantaloupe (americano) e Charentais (europeu) são aromáticos, apresentando elevados valores de sólidos solúveis e ao contrário das variedades botânicas do grupo *inodorus*, esses têm baixa conservação pós-colheita (NUNES et al., 2006), condição semelhante é encontrada para o melão Gália (KARCHI, 2000). Os cruzamentos entre esses tipos de melão são possíveis, contribuindo para uma maior diversidade da espécie, ocorrendo formas intermediárias. As diferentes características fenotípicas que são observadas nos tipos de melão podem ser combinadas e exploradas nos programas de melhoramento dessa cultura, propiciando a produção de genótipos superiores (PITRAT et al., 2000).

2.2 MELÃO PELE DE SAPO

Os híbridos do grupo botânico *inodorus*, representados principalmente pelos tipos Amarelo e Pele Sapo, são os preferidos pelos produtores, totalizando a maior parte da área plantada com esta cucurbitácea. Aproximadamente 60% dos frutos exportados no porto de Natal são do tipo amarelo (SALES JÚNIOR et al., 2006). Essa preferência é justificada pela excelente vida de prateleira, em torno de 35 dias, em condições de ambiente além da maior facilidade de cultivo.

As principais características do melão Pele de Sapo são o grande tamanho do fruto (> 2,0 a 3,5 kg), formato elíptico ou oval, casca com rugosidade longitudinal e coloração verde com manchas verde-escuras e/ou amarelas e polpa branca a branca-esverdeada (Figura 1), sem aroma e elevado teor de sólidos solúveis (> 11%) (PITRAT, 2008). Possui boa resistência mecânica e ótima capacidade de armazenamento (NASCIMENTO, 2001; CRISÓSTOMO et al., 2002).



Figura 1. Aspectos externos e interno de melão Pele de Sapo. Fonte: NUNES, G. H. S. (2013).

Na região produtora de melão do Agropolo Mossoró-Assú, tem sido observado que o cultivo do melão tipo Pele de Sapo vem aumentando a cada ano. O principal destino do melão Pele de Sapo produzido no Brasil é o mercado espanhol, principal produtor e consumidor do referido tipo de melão em todo o mundo. Os produtores brasileiros aproveitam especialmente o período de entressafra na Espanha para produzir e exportar esse tipo de melão. Sales Júnior et al. (2006) relataram que as exportações de melão Pele de Sapo corresponderam a quase 10% no Porto de Natal no começo da década passada. No entanto, esse percentual tem aumentado nos últimos anos, devido à presença de empresas espanholas especializadas em produzir esse tipo de melão no semiárido brasileiro, nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte.

Esse aumento pode estar associado à excelente qualidade e conservação pós-colheita, flexibilidade de comercialização e boa remuneração aos produtos de boa qualidade, o que agrega valor ao produto, bem como desperta o interesse dos produtores, criando novos caminhos para a abertura de portas para o mercado interno e externo (SOARES, 2001). Dentre os melões do tipo Pele de Sapo cultivados nessa região, mereceu destaque por muito tempo o híbrido ‘Sancho’, ocupando a quase totalidade da área plantada (NUNES et al., 2011a). Todavia, novos híbridos têm aumentado sua área de cultivo no semiárido brasileiro, como os cultivares ‘Grand Prix’, ‘Medelín’, ‘Meloso’, ‘Fitó 1500’ e ‘Daimiel’ (ARAGÃO, 2011).

2.3 INTERAÇÃO GENÓTIPOS POR AMBIENTES

A interação genótipos por ambientes (GxE) tem se tornado um grande desafio para os melhoristas, pois devido à sua presença é possível que o melhor genótipo em um ambiente não o seja em outro. Tal fato tem influência no ganho de seleção e dificulta a recomendação de cultivares com ampla adaptabilidade, pois observa-se comportamento diferente das cultivares nos ambientes em que estas são cultivadas (HILL, 1975; CRUZ e REGAZZI, 1997; CRUZ e CARNEIRO, 2003; RAMALHO et al., 2012).

A interação genótipos por ambientes é a resposta diferenciada dos genótipos, quando submetidos a ambientes diferentes. É de suma importância para os melhoristas no desenvolvimento de cultivares melhoradas, pois a performance dos genótipos em ambientes distintos pode diferir estatisticamente, gerando problemas para a seleção de plantas. Desta forma, os melhoristas deparam-se com o desenvolvimento de populações contrastantes para cada situação em que aquela cultivar está sendo testada (MCKEAND et al., 1990). E se a interação é muito acentuada, pode existir o risco de descarte de um genótipo não adaptado aos ambientes utilizados para se realizar a seleção, mas que poderia apresentar uma *performance* melhor em outro ambiente (DENIS; GOWER, 1996).

O termo ambiente é designado como um termo geral que envolve uma série de condições sob as quais as plantas são cultivadas (ROMAGOSA; FOX, 1993). Assim sendo, o ambiente pode ser um local, ano, práticas culturais, época de semeadura ou mesmo a junção de todos esses fatores. Quando genótipos são avaliados em diferentes condições, estão sujeitos às variações do ambiente, e os seus comportamentos geralmente são modificados. As variações ambientais, que podem contribuir para a interação, são agrupadas em previsíveis e imprevisíveis. No primeiro grupo, estão os fatores permanentes do ambiente, como tipo de solo e aqueles nos quais o homem atua de forma direta, como a época de plantio, tipo de adubação, salinidade, dentre outros. No segundo, estão as flutuações climáticas atípicas e ocorrência de pragas e doenças (ALLARD; BRASDSHAW, 1964).

A variância da interação G x E pode ser dividida em duas partes, sendo inicialmente proposta por Robertson (1959). A primeira ocorre devido às diferenças na variabilidade genética, que ocorre dentro de ambientes (parte simples da interação), e a segunda advém da falta de uma correlação linear perfeita entre os genótipos, de um ambiente para o outro (parte complexa da interação). A interação simples corresponde às mudanças nas magnitudes das diferenças entre os genótipos. O segundo fator é responsável pela falta ou pela reduzida

correlação genética entre os comportamentos dos genótipos nos ambientes. Quando a correlação genética é baixa, ocorre uma mudança na classificação dos genótipos, ou seja, há genótipos que apresentam desempenho superior em alguns ambientes, mas não em outros (CRUZ; CASTOLDI, 1991; VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). Quando a interação se deve principalmente à natureza simples, o trabalho do melhorista é facilitado, pois a recomendação das cultivares pode ser feita de maneira generalizada. A predominância de interação complexa indica a presença de materiais adaptados a ambientes particulares, o que traz uma complicação para o melhorista, uma vez que a recomendação é restrita a ambientes específicos (NUNES et al., 2011a).

A interação pode ser usada vantajosamente quando se procura maximizar ou capitalizar os ganhos genéticos dos materiais, em um ambiente específico (interação complexa), como ocorre nos programas de melhoramento florestal (NUNES et al., 2002). Entretanto, se o experimento é instalado em apenas um ambiente, pode acarretar uma superestimação dos ganhos genéticos e, se a interação for do tipo complexa, a recomendação de materiais genéticos para ambientes diferentes daqueles onde eles foram selecionados poderá contribuir para a redução expressiva do ganho com a seleção (SILVA et al., 2011a).

Alguns trabalhos já foram realizados em melão estudando-se a interação genótipos x ambiente. No trabalho de Santos Júnior (2007), em que avaliou nove tipos de melão Galia: GPS 400, DRG 1531, DRG 1537, Solarbel, Solar King, Galileu, Supra, Num 1502 e Arava, nas condições do agropolo Mossoró-Assú, identificou que a interação do tipo complexa foi responsável pela maior parte da interação genótipos por ambientes para as características de produtividade e teor de sólidos solúveis dos frutos de híbridos de meloeiro avaliados. Resultado semelhante foi encontrado por Nunes et al. (2006), os quais concluíram que a maior parte da interação genótipos por ambientes em meloeiro avaliado no Rio Grande do Norte é de natureza complexa para a produtividade e o teor de sólidos solúveis.

Em estudo realizado por Freitas et al. (2007) nos municípios de Pacajus, Aracati e Itaiçaba, situados no Ceará e em Baraúna, no Rio Grande do Norte, foram avaliados nove híbridos comerciais de melão tipo Amarelo (Gold Mine, Gold Star, AF 646, AF 682, Yellow Queen, Yellow King, Gold Pride, Rochedo e RML), concluindo que os híbridos de melão Amarelo apresentaram interação entre genótipo x ambiente significativa, indicando a existência de um comportamento diferencial dos híbridos nos locais avaliados e sugerindo a necessidade de se selecionar híbridos específicos para cada local ou identificar e selecionar aqueles que não apresentam variação entre os locais, resultado semelhante ao encontrado por

Gurgel et al. (2005), avaliando nove híbridos de melão amarelo em quatro locais do agropolo Mossoró-Assú.

No trabalho realizado por Silva et al. (2011b), foram avaliados os híbridos simples DRG- 1537 e AMR-04 para geração das famílias, concluíram que a interação famílias x ambientes é elevada e composta principalmente pela sua natureza complexa para todas as características avaliadas no presente estudo.

Guimarães et al. (2016) desenvolveram um estudo em que foram avaliadas 98 linhagens de melão amarelo (AMG-01 a AMG-98) de cruzamentos entre os híbridos comerciais AM-02 e Gold Mine. Os híbridos Vereda e AF-646 foram utilizados como controles. Foi observado o tipo complexo de interação genótipo-por-ambiente existente entre Mossoró e Baraúna, onde a seleção para este caso de linhas endogâmicas deve ser realizada para cada ambiente específico.

Três ensaios foram conduzidos em três propriedades comerciais da área de Jaguaribe-Assú, onde se utilizou as linhagens parentais a adesão UFERSA-1 e a linha CNPH-5, onde se verificou que a grande superioridade da parte complexa indicou a presença de famílias com adaptação específica a um ambiente de avaliação para a firmeza da polpa (ARAGÃO et al., 2015). Outros trabalhos tratando da interação genótipos por ambientes foram realizados por (SENA, 2001; GURGEL, 2002; MADEIROS, 2004; SILVA, 2006; ARAGÃO, 2011; NUNES et al., 2011; OLIVEIRA, 2011). Em todos esses estudos, foi verificada interação significativa genótipos por ambientes.

2.4 ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE

Uma das alternativas mais empregadas na minimização da interação genótipos x ambientes é a identificação de cultivares com maior estabilidade fenotípica. Existem diversos conceitos para os termos estabilidade e adaptabilidade utilizados nos mais diferentes sentidos (LEÓN; BECKER, 1988). A estabilidade é definida por Lewis (1954) como a capacidade de um indivíduo ou de uma população de produzir baixas variações fenotípicas em diferentes ambientes. A adaptabilidade é caracterizada como a resposta do genótipo aos estímulos ambientais, ocorrendo de forma vantajosa (CRUZ; REGAZZI, 1997). Os estudos de estabilidade e adaptabilidade são, portanto, procedimentos estatísticos que permitem, de algum modo, identificar as cultivares de comportamento mais estável e que respondem previsivelmente às variações ambientais (SILVA; DUARTE, 2006).

Lin et al. (1986) subdividiram o conceito de estabilidade em três tipos. No tipo 1, o genótipo será considerado estável se sua variância entre os ambientes for pequena. Este tipo é chamado de “estabilidade no sentido biológico”, que caracteriza um genótipo com comportamento constante com a variação do ambiente. Esse comportamento não é desejado, pois o genótipo não responde à melhoria do ambiente com o aumento da produção, além de estar normalmente relacionado a uma menor produtividade (BECKER, 1981).

Na estabilidade do tipo 2, o genótipo será considerado estável se sua resposta ao ambiente for paralela à resposta média de todos os materiais avaliados no experimento, o que ocorre quando o genótipo possui interações mínimas com o ambiente. É denominada de “estabilidade no sentido agrônômico” (BECKER, 1981). Este tipo de estabilidade tem sido a preferida por identificar genótipos com o potencial de se manterem estáveis entre os melhores em todos os ambientes. Dessa forma, um material estável em determinado grupo de cultivares não o será necessariamente em um segundo grupo avaliado (LIN et al., 1986). A estabilidade tipo 3 é aquela no qual o genótipo será considerado estável se o quadrado médio do desvio de regressão for pequeno. Posteriormente, Lin e Binns (1988) propuseram um novo tipo de estabilidade, a qual denominaram tipo 4. Para identificação da estabilidade tipo 4, é preciso que os cultivares sejam avaliados em um determinado número de anos e alguns locais.

Alguns métodos têm sido propostos para avaliar a adaptabilidade e estabilidade produtiva quando ocorre a interação $G \times A$, sendo exemplos as metodologias de Wricke (1965), Eberhart e Russell (1966), de Lin e Binns (1988). Apesar de os métodos univariados serem matematicamente mais simples e de mais fácil interpretação, muitos autores têm empregado técnicas multivariadas recentes que explicam adequadamente os efeitos principais (genótipo e ambiente) e a sua interação, podendo-se destacar as análises AMMI, SREG com representação gráfica conhecida como GGE Biplot.

A análise AMMI (Additive Main effects and Multiplicative Interaction analysis), que significa modelo de efeitos aditivos principais e interação multiplicativa, é uma combinação de métodos univariados (análise de variância) com métodos multivariados (análise de componentes principais e decomposição de valores singulares). Esta combina em um único modelo, componentes aditivos para os efeitos principais de genótipos e de ambientes, e componentes multiplicativos para os efeitos da interação (ZOBEL; WRIGHT; GAUCH, 1988). O modelo AMMI pode ajudar tanto na identificação de genótipos superiores amplamente adaptados como na realização do chamado zoneamento agrônômico, com fins de recomendação regionalizada e de seleção de locais de teste (GAUCH; ZOBEL, 1996). O

método possui algumas vantagens, quais sejam: a) permite maior detalhamento da soma de quadrados da interação; b) garante a seleção de genótipos; c) propicia estimativas mais precisas das respostas genotípicas; d) possibilita fácil interpretação gráfica dos resultados, nos chamados gráficos biplots (representação gráfica simultânea dos genótipos e ambientes) (ZOBEL et al., 1988). Segundo Yan et al. (2007), o método GGE Biplot é superior ao AMMI, pois sempre resulta no melhor modelo da análise AMMI, com a diferença de que os efeitos principais dos genótipos são considerados junto com o efeito da interação genótipo x ambiente, que no AMMI são estimados como efeitos aditivos.

Estudos sobre adaptabilidade e estabilidade têm sido rotineiramente utilizados na recomendação de cultivares em diversas culturas no Brasil. Com relação à cultura do melão, existem trabalhos de avaliação da adaptabilidade e estabilidade de cultivares, considerando diferentes ambientes de avaliação. Em estudo realizado por Nunes et al. (2011), verificou-se que, dentre os nove híbridos avaliados, o DRG 1537 foi o mais estável em termos de rendimento e adaptação. Outros trabalhos que tratam da estabilidade e adaptabilidade em melão têm sido realizados (GURGEL et al., 2000; NUNES et al., 2006; MIGUEL et al., 2008).

Nos últimos anos, tem sido ampliada a aplicação dos modelos mistos em vários temas do melhoramento vegetal de culturas anuais, inclusive interação genótipos por ambientes. A análise realizada por meio da metodologia de modelos mistos utiliza o procedimento REML/BLUP, REML (Restricted Maximum Likelihood) ou máxima verossimilhança restrita para estimar componentes de variância necessários ao modelo, e fazer predições BLUP (Best Linear Unbiased Prediction), melhor preditor linear não viesado, para obter o valor genotípico (RESENDE, 2007). Métodos de estudos de adaptabilidade e estabilidade com base em modelos mistos (REML/BLUP – Restricted Maximum Likelihood/Best Linear Unbiased Prediction) têm aumentado nos anos recentes. No contexto de modelos mistos, uma alternativa é método da Média Harmônica da Performance Relativa dos valores Genotípicos (MHPRVG), preconizado por Resende (2004). Este método tem tido sido aplicado em diferentes culturas, porém não há relatos do uso do referido método com a cultura do melão. O método MHPRVG fornece, simultaneamente, em uma única medida na escala do caráter avaliado, a adaptabilidade, a estabilidade e a produtividade. O modelo ajusta os efeitos de ambientes e blocos dentro de ambientes no vetor de efeitos fixos, contemplando todos os graus de liberdade disponíveis nas fontes de variação referentes a ambientes e blocos dentro ambientes. Dessa forma, para os valores genotípicos preditos obtidos para um dado genótipo,

em cada ambiente, simultaneamente, são utilizados os dados de todos os ambientes. Assim sendo, os efeitos aleatórios (genótipos e interação genótipos x ambientes) são preditos com maior precisão, uma vez que todo o conjunto de dados é utilizado, bem como os ruídos da interação são eliminados quando se produzem os BLUP's (RESENDE, 2007).

O estudo dos modelos mistos vem sendo aplicado há bastante tempo, em diversas culturas: Oliveira et al. (2004) (umbu); Calegario et al. (2005) (eucalipto); Maia et al. (2009) (cajuzeiro); Borges et al. (2009) (arroz); Neto; Resende (2011) (Pupunha); Tavares et al. (2012) (cedro); Pinheiro et al. (2013) (soja); Zeni-neto et al. (2008) e Ferraudo (2013) (cana-de-açúcar); Torres et al. (2015) (caupi), dentre outros. No entanto, na cultura do melão não foram encontrados trabalhos que utilizem os modelos mistos na avaliação da adaptabilidade e estabilidade fenotípica.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 GENÓTIPOS

Foram avaliados um total de 10 híbridos experimentais e os cultivares F1 'Sancho' (Syngenta[®]) e 'Grand Prix' (Sakata[®]), apresentados na Tabela 1. Todos os híbridos são do tipo Pele de Sapo, possuem mesocarpo de coloração branca e expressão sexual andromonóica. Todos os híbridos são derivados do programa de melhoramento genético desenvolvido na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

Tabela 1. Híbridos que foram utilizados nos ensaios em quatro ambientes. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

HP-01	HP-07
HP-02	HP-08
HP-03	HP-09
HP-04	HP-10
HP-05	'Sancho'
HP-06	'Grand Prix'

3.2 AMBIENTES

Os ensaios foram conduzidos no período de setembro a novembro de 2016 nos municípios de Mossoró (5° 11' S, 37° 21' W, altitude: 18), Baraúna (5° 05' S, 37° 38' W,

altitude: 94), Assú (5° 34' S, 36° 54' W altitude: 27) e Ipanguassu (5° 05' S, 37° 38' W, altitude: 94), todos do Agropolo Mossoró-Assú, em diferentes épocas de cultivo (Tabela 2).

Tabela 2. Dados climáticos dos quatro locais nos quais foram conduzidas as avaliações dos híbridos de melão Pele de Sapo. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

Município ¹	Temperatura máxima (°C)		Precipitação (mm)	Tipo de Solo ²
	Máxima	Mínima		
Mossoró	35,1	22,7	0,0	Latosolo Vermelho amarelo Argissólico
Baraúna	33,2	22,3	0,0	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico
Assu	33,3	22,1	0,0	Neossolo Flúvico
Ipanguassu	32,9	21,9	0,0	Neossolo Flúvico

¹Dados obtidos em estações climáticas montadas em cada local do experimento. ²Classificação realizada conforme EMBRAPA (2013).

Os detalhes relativos à análise química do solo de cada um dos municípios estão no Apêndice (Tabelas 1A – 4A).

3.3 CONDUÇÃO EXPERIMENTAL

Em estufa agrícola, em 05/09/2016, realizou-se a semeadura para a obtenção das mudas, sendo esta realizada em bandejas de poliestireno com 200 células. As células foram preenchidas com substrato comercial à base de fibra de coco. A irrigação das bandejas foi realizada duas vezes ao dia por meio de aspersores invertidos até atingir os 15 dias após semeadura (DAS), tempo hábil para o transplante das mudas no campo experimental. O transplante das mudas foi realizado nos dias 20, 21 e 22/09/2016 nos municípios de Mossoró, Baraúna e Assú/Ipanguassu, respectivamente.

Em todos os ensaios, para o preparo do solo foi realizada aração de grade de arrasto até 20 cm de profundidade e passagem de grade niveladora. Depois, foram levantados os camalhões com espaçamento de 2 metros e com altura de 20 cm. Na sequência, foi instalado um sistema de irrigação por gotejamento, com emissores espaçados em 0,30 m, diâmetro de 16 mm e vazão de 1,7 L h⁻¹.

As práticas culturais, como aplicações de defensivos agrícolas e capinas foram feitas de acordo com a necessidade da cultura, obedecendo à recomendação de manejo e práticas culturais padrões de cultivo de melão no Estado do Rio Grande do Norte (NUNES et al., 2011a, b).

As colheitas foram realizadas manualmente, sendo os frutos retirados das plantas com auxílio de canivetes, identificados com marcadores permanentes e colocados em sacos de ráfia para serem transportados para as análises pós-colheita.

3.4 CARACTERES AVALIADOS

Foram avaliados a produtividade comercial e sólidos solúveis de frutos, consideradas como os caracteres mais importantes para a cultura do ponto de vista comercial segundo os próprios produtores.

A produtividade comercial foi obtida pela pesagem de todos os frutos comerciais colhidos da parcela. Considerou-se como frutos comerciais aqueles com tamanho adequado para o melão do tipo Pele de Sapo (> 2,0 Kg)

O teor de sólidos solúveis totais foi aferido mediante retirada uma amostra de aproximadamente $\frac{2}{3}$ da espessura da polpa na região equatorial do fruto, no sentido da cavidade. A amostra foi pressionada manualmente até que uma parte do suco fosse depositada em um refratômetro digital (Digital Refractometer Palette 100), onde foi determinado o teor de sólidos solúveis. Para as medições do teor de sólidos solúveis foram amostrados oito frutos por parcela.

3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os experimentos foram realizados em blocos completos casualizados com três repetições. Cada parcela foi constituída por uma linha 6,0 m de comprimento, espaçadas por 2 m. O espaçamento entre covas foi 0,3 m, sendo cultivada uma planta por cova. Cada parcela possuía 20 plantas e as plantas das extremidades da parcela formaram a bordadura de cabeceira. A área útil foi formada pelas 16 plantas centrais da linha.

3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A análise estatística foi realizada conforme o modelo estatístico 54 do software SELEGEN-REML/BLUP (Resende, 2007). O referido modelo corresponde a $y = Xb + Zg + Wc + e$, em que y , b , g , c , e correspondem, respectivamente, aos vetores de dados, de efeitos fixos (médias de blocos através dos ambientes), de efeitos dos genótipos (aleatórios), de

efeitos da interação genótipo x ambiente (aleatórios) e de erros aleatórios. Enquanto X, Z e W são as matrizes de incidência para b, e, e c, respectivamente.

As distribuições e estruturas de médias (E) e variâncias (Var) assumidas foram as seguintes:

$$E \begin{bmatrix} y \\ g \\ c \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \text{Var} \begin{bmatrix} g \\ c \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I\sigma_g^2 & 0 & 0 \\ 0 & I\sigma_c^2 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

O ajuste do modelo foi obtido a partir das equações de modelo misto:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z & X'W \\ Z'X & Z'Z + I\lambda_1 & Z'W \\ W'X & W'Z & W'W + I\lambda_2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{g} \\ \hat{c} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \\ W'y \end{bmatrix}$$

Onde $\lambda_1 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_g^2} = \frac{1 - h_g^2 - c^2}{h_g^2}$; em que: $h_g^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_c^2 + \sigma_e^2}$ corresponde à herdabilidade individual no sentido amplo no bloco; $c^2 = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_g^2 + \sigma_c^2 + \sigma_e^2}$ corresponde ao coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipo x ambiente; σ_g^2 é a variância genotípica entre híbridos (genótipos) de melão; σ_c^2 é a variância da interação genótipo x ambiente; σ_e^2 é a variância residual entre parcelas; $r_{gloc} = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_g^2 + \sigma_c^2} = \frac{h_g^2}{h_g^2 + c^2}$ corresponde à correlação genotípica dos genótipos, através dos ambientes.

Os estimadores iterativos dos componentes de variância, por REML, via algoritmo EM, são: $\hat{\sigma}_e^2 = \frac{[y'y - \hat{b}'X'y - \hat{g}'Z'y - \hat{c}'W'y]}{[N - r(x)]}$; $\hat{\sigma}_g^2 = \frac{[\hat{g}'g + \hat{\sigma}_e^2 \text{tr}C^{22}]}{q}$; $\hat{\sigma}_c^2 = \frac{[\hat{c}'c + \hat{\sigma}_e^2 \text{tr}C^{33}]}{s}$; em que C^{22} e

$$C^{33} \text{ advêm de } C^{-1} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{21} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} C^{11} & C^{12} & C^{13} \\ C^{21} & C^{22} & C^{23} \\ C^{31} & C^{32} & C^{33} \end{bmatrix}, \text{ sendo } C \text{ a matriz de}$$

coeficientes das equações de modelo misto; tr o operador traço matricial; r(x) o posto da matriz X; N, q e s, número total de dados, número de genótipos e número de combinações genótipo x ambiente, respectivamente.

Por meio desse modelo, foram obtidos os preditores BLUP empíricos dos valores genotípicos livres da interação, dados por $\hat{\mu} + \hat{g}_i$, em que $\hat{\mu}$ é a média de todos os ambientes e \hat{g}_i é o efeito genotípico livre da interação genótipo x ambiente. Para cada ambiente j, os valores genotípicos são preditos por $\hat{\mu} + \hat{g}_i + \hat{g}_{e_{ij}}$, em que $\hat{\mu}_j$ é a média do ambiente j, \hat{g}_i é o efeito genotípico e $\hat{g}_{e_{ij}}$ é o efeito da interação genótipo x ambiente concernente ao genótipo i.

A seleção conjunta, considerando-se simultaneamente o caráter em questão, a estabilidade e a adaptabilidade dos genótipos de melão (híbridos) é dada pela estatística média harmônica da performance relativa dos valores genotípicos preditos $MHPRVG_i = \frac{n}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{Vg_{ij}}}$, em que n é o número de locais onde se avaliou o genótipo i, Vg_{ij} é o valor genotípico do genótipo i no ambiente j, expresso como proporção da média desse ambiente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na etapa final de programas de melhoramento, devem ser avaliados os genótipos com potencial para se tornar novas cultivares. Por conseguinte, os experimentos necessitam ser conduzidos com especial zelo a fim de reduzir o erro experimental, uma vez que quanto menor a estimativa do erro experimental maior a possibilidade de detectar diferenças entre os materiais avaliados. O coeficiente de variação (CV) ainda é a medida mais utilizada para se comparar a precisão experimental. No presente trabalho, as estimativas dos CV para os dois caracteres avaliados estão dentro da faixa observada para a cultura em outros trabalhos de avaliação de cultivares realizados no Agropolo Mossoró-Assú (NUNES et al., 2004, 2005; 2011a, 2011b GURGEL et al., 2005). Considerando uma classificação inicial proposta por Lima et al. (2004) para o meloeiro, os valores verificados para a produtividade podem ser classificados como baixos para os ensaios em Mossoró e Assú, e médios para os ensaios em Baraúna e Ipanguassu (Tabela 3). Para sólidos solúveis, os valores foram considerados como baixos em todos os ensaios, com exceção do ensaio em Assú, considerado como médio.

Por outro lado, nos últimos anos, tem se popularizado a utilização da acurácia seletiva para verificar a qualidade de um experimento. Esse parâmetro contempla, simultaneamente, o coeficiente de variação experimental, o número de repetições e o coeficiente de variação genotípica. A acurácia evidencia alta precisão das inferências das médias genotípicas, pois esta tem a propriedade de informar sobre o correto ordenamento das cultivares para fins de seleção (RESENDE, 2002). Segundo a classificação apresentada por Resende e Duarte (2007), a acurácia para a produtividade foi muito alta ($0,90 \leq Ac_g \leq 0,99$) para os ensaios em Mossoró, Assú e Ipanguassu (Tabela 3). No ensaio em Baraúna, a acurácia foi baixa ($0,10 \leq Ac_g \leq 0,40$). Concernente aos sólidos solúveis, as acurácias foram muito elevadas em três ensaios (Mossoró, Baraúna e Ipanguassu) e alta em Assú ($0,70 \leq Ac_g \leq 0,85$) (Tabela 3). Assim sendo, considerando as estimativas de acurácia, pode-se afirmar que os ensaios foram conduzidos com elevada precisão, com exceção da produtividade em Baraúna. Uma das

possíveis explicações dessa menor acurácia foi a ocorrência de maior intensidade de mosca minadora (*Liriomyza* spp.) em determinadas parcelas, mesmo com o controle com inseticida, acarretando maior variação da produtividade nas parcelas do mesmo genótipo, ou seja, maior erro experimental.

Tabela 3. Análise de *deviance*, componentes de variâncias, acurácia, coeficiente de variação genotípico e residual obtidos via REML da produtividade e sólidos solúveis avaliados em híbridos de melão Pele de Sapo cultivados em quatro ambientes nos municípios do Agropolo Mossoró-Assú. Mossoró-RN. UFERSA, 2017.

Efeito	Produtividade (Mg ha ⁻¹)				Sólidos solúveis (%)			
	Locais				Locais			
	MOS	BAR	ASS	IPA	MOS	BAR	ASS	IPA
Modelo completo	154,32	151,61	138,69	164,10	39,74	36,08	59,41	24,36
Genótipos (G)	171,26 (16,94 ^{**})	151,62 (0,01 ^{n,s})	158,27 (19,58 ^{**})	175,99 (11,89 ^{**})	52,59 (12,85 ^{**})	73,26 (37,18 ^{**})	61,39 (1,98 ^{n,s})	47,29 (22,93 ^{**})
$\hat{\sigma}_g^2$	36,92	0,41	26,25	37,01	0,91	2,40	0,48	0,96
$\hat{\sigma}_e^2$	15,73	28,64	9,27	23,77	0,54	0,30	1,40	0,27
$\hat{\sigma}_f^2$	52,65	29,04	35,52	60,78	1,44	2,70	1,89	1,23
h_{mg}^2	0,87	0,04	0,89	0,82	0,84	0,96	0,51	0,91
Ac_g	0,93	0,20	0,94	0,91	0,91	0,98	0,71	0,95
CV_g	20,31	2,01	16,59	19,50	8,34	12,48	5,50	7,77
CV_e	13,26	16,95	9,86	15,62	6,40	4,40	9,34	4,13
Média	29,91	31,56	30,88	31,20	11,43	12,42	12,67	12,60

¹LRT: Teste de razão de máxima verossimilhança; **, *: significativo pelo teste de Qui-quadrado a (p<0,01) e (p<0,05), respectivamente; ^{ns}: não significativo; $\hat{\sigma}_g^2$: variância genética; $\hat{\sigma}_e^2$: variância ambiental; $\hat{\sigma}_f^2$: variância fenotípica; h_{mg}^2 : Herdabilidade média; Ac_g : Acurácia seletiva; CV_g : Coeficiente de variação genético; CV_e : Coeficiente de variação ambiental. ²MOS-Mossoró; BAR- Baraúnas; ASS-Assú; IPA- Ipanguassu.

Nas análises individuais, observou-se efeito de genótipos, para os dois caracteres, em três (Mossoró, Assú e Ipananguassu) dos quatro ensaios, evidenciando a heterogeneidade genética entre os híbridos avaliados. A única exceção foi o ensaio conduzido em Baraúna. Esse resultado ratifica as estimativas observadas para a acurácia e coeficiente de variação observadas em cada ensaio (Tabela 3), indicando que quanto menor a precisão experimental mais reduzida é a possibilidade de detectar diferenças entre os tratamentos e, por consequência, cometer erro tipo II (aceitar a hipótese de nulidade H_0 quando ela é falsa). Em ensaios de avaliação de cultivares de melão Amarelo (GURGEL et al., 2005; NUNES et al., 2006), melão Gália (NUNES et al., 2011b) e melão Cantaloupe (NUNES et al., 2011a) realizados no Agropolo Mossoró-Assú foram observadas diferenças entre genótipos para a produtividade e sólidos solúveis.

Como foram conduzidos ensaios em diferentes municípios, realizou-se a análise conjunta visando o estudo da interação genótipos por ambientes (Tabela 4). Assim como na maioria dos ensaios, verificou-se efeito de genótipos para os dois caracteres, confirmando a heterogeneidade genética entre os híbridos ao considerar a avaliação em todos os quatro ambientes. Também se constatou efeito da interação genótipos x ambientes para as duas variáveis. A presença da interação evidencia o comportamento diferencial dos híbridos nos diferentes municípios (YAN et al., 2007). O componente c^2 mede quanto a interação influenciou na variância fenotípica. Constatou-se maior influência da interação nos sólidos solúveis (43%) em relação à produtividade comercial (30%). De modo geral, a interação tem tido maior influência nos sólidos solúveis, confirmado as estimativas do presente estudo. A interação genótipos por ambiente em melão tem sido observada em estudos de avaliação de híbridos de melão no semiárido brasileiro (GURGEL et al., 2005; NUNES et al., 2006; FREITAS et al., 2007; NUNES et al., 2011a; NUNES et al., 2011b) bem como em ensaios de avaliação de famílias (SILVA et al., 2011b; ARAGÃO et al., 2015; GUIMARÃES et al., 2016).

Dois componentes compõem a interação genótipos por ambientes. O primeiro, denominado de simples, ocorre devido às magnitudes das diferenças de variabilidade entre os genótipos e o segundo, denominado de complexo, depende da correlação genética dos genótipos nos ambientes (CRUZ & CASTOLDI, 1991). A correlação genotípica média da performance dos híbridos, através dos ambientes (r_{loc}), fornece a confiabilidade de quanto constante é o ordenamento dos híbridos e, indiretamente, indica a participação da parte complexa na interação. Assim sendo, constatou-se que a estimativa de r_{loc} foi maior para a

produtividade comercial em relação aos sólidos solúveis, corroborando com as estimativas do componente c^2 (Tabela 4). Para os dois caracteres, verificou-se predomínio quase que absoluto da parte complexa da interação para as duas características avaliadas, dificultando o processo seletivo. Estudos anteriores no Agropolo Mossoró-Assú indicam a predominância da interação complexa para produtividade e sólidos solúveis, (NUNES et al., 2006; SILVA et al., 2011b; ARAGÃO et al., 2015; GUIMARÃES et al., 2016) verificaram predomínio da parte complexa da interação para a produtividade e o teor de sólidos solúveis de híbridos experimentais de melão Amarelo, avaliados em doze ambientes do Agropolo Mossoró-Assú. Somente Nunes et al. (2011b) verificaram predomínio da parte simples da interação ao medir sólidos solúveis em híbridos de melão Galia avaliados em nove ambientes do mesmo Agropolo.

Tabela 4. Componentes de variâncias, acurácia, coeficiente de variação genotípico e residual obtidos via REML individual, considerando a análise conjunta de híbridos de melão Pele de sapo avaliados em quatro municípios do Agropolo Mossoró-Assú. Mossoró-RN. UFERSA, 2017

Efeito	Produtividade (Mg ha ⁻¹)			Sólidos solúveis		
	Deviance	LRT	$\hat{\sigma}^2$	Deviance	LRT	$\hat{\sigma}^2$
Modelo completo	616,32			179,39		
Genótipos (G)	623,07	6,75**	11,43	183,76	4,37*	0,40
G x A	633,87	17,55**	13,65	213,33	33,94**	0,79
Resíduo			19,42			0,63
Fenotípico			44,50			1,82
h^2_{mg}			0,69			0,62
Ac_g			0,83			0,79
c^2			0,30			0,43
\hat{r}_{gloc}			0,46			0,34
CV_g			10,94			5,17
CV_e			14,27			6,45
Média			30,89			12,28

Deviance, LRT: Teste de razão de máxima verossimilhança; Var.: Componente de variância. **, *: significativo pelo teste de Qui-quadrado a ($p < 0,01$) e ($p < 0,05$), respectivamente. h^2_{mg} : Herdabilidade média; Ac_g : Acurácia seletiva; r_{loc} : correlação entre os ambientes; CV_g : Coeficiente de variação genético; CV_e : Coeficiente de variação ambiental. ²MOS-Mossoró; BAR- Baraúnas; ASS-Assú; IPA- Ipanguassu.

A interação genótipos por ambientes tem papel fundamental no processo de seleção de genótipos. Uma das implicações do efeito da interação pode ser observada nas estimativas do componente de variância genética. Isso porque, em avaliações em apenas um local ou ambiente, a estimativa da variância genética fica superestimada pelo componente da interação genótipos por ambientes que não pode ser estimado. Por outro lado, em avaliações em mais de um ambiente, o componente da interação pode ser estimado e separado do efeito genético. Este resultado foi ratificado, para os dois caracteres, no presente, ao observar as estimativas dos componentes de variância das análises individuais e conjunta nas Tabelas 4 e 5, respectivamente. A interação genótipos por ambientes tem relação direta com o ganho com a seleção. A consequência deste fato é que as estimativas do ganho com a seleção são superestimadas, mascarando os reais ganhos obtidos no processo seletivo. A consequência pragmática é a dificuldade no processo de seleção de genótipos promissores para todas as situações.

Uma das maneiras de atenuar a interação genótipos x ambientes é identificar, no grupo avaliado, aqueles materiais produtivos com maior estabilidade e adaptabilidade. Resende (2004, 2007) desenvolveu o método MHPRVG-BLUP que contempla estudos de estabilidade e adaptabilidade, empregando dados genotípicos que incorporam em uma única estatística a estabilidade, a adaptabilidade e a média do caráter de interesse.

A MHVG (Média Harmônica dos Valores Genotípicos) permite a seleção com base na estabilidade e a produtividade. Os valores da MHVG são os próprios valores da produtividade ou sólidos solúveis, penalizados pela instabilidade, o que certamente facilita a seleção dos híbridos mais produtivos e de melhor qualidade de frutos e, ao mesmo tempo, mais estáveis. A MHVG penaliza a instabilidade, quando genótipos são avaliados em diversos ambientes, resultando em nova média ajustada por essa penalização. Segundo o referido critério, para a produtividade, os híbridos experimentais HP-03, HP-06 e HP-09, bem como a testemunha 'Grand Prix' foram os genótipos de maior destaque (Tabela 5). Para o teor de sólidos solúveis, apenas o híbrido experimental de maior expressão foi HP-09.

O cultivo do meloeiro exige a aplicação de alta tecnologia de produção com técnicas modernas de irrigação e intensa aplicação de adubos e defensivos agrícolas. Dentro desse contexto, os melhoristas desta cucurbitácea também buscam novas cultivares com alta adaptabilidade, que é a capacidade de um genótipo ser responsivo de forma vantajosa à melhoria ambiental (MARIOTTI et al., 1976). Para identificar essa característica, é necessário utilizar métodos apropriados e, dentre os existentes, está a performance relativa dos valores

genotípicos (PRVG), que capitaliza a capacidade de resposta de cada genótipo à melhoria do ambiente. Para esse critério, para a produtividade, os destaques novamente foram os híbridos experimentais HP-03, HP-06 e HP-09, bem como a testemunha ‘Grand Prix’, ao passo que para o teor de sólidos solúveis se destacou o híbrido HP-09 (Tabela 5).

Tabela 5. Estabilidade de valores genotípicos (MHVG) e adaptabilidade de valores genotípicos (PRVG), de híbridos de melão pele de sapo conduzidos em quatro ambientes do Agropolo Mossoró-Assú. Mossoró-RN. UFERSA, 2017

Híbridos	Produtividade (Mg ha ⁻¹)			Sólidos solúveis (°Brix)		
	MHVG	PRVG	PRVG*MG	MHVG	PRVG	PRVG*MG
HP-01	27,48	0,91	27,96	12,41	1,01	12,45
HP-02	31,25	1,03	31,85	12,69	1,04	12,71
HP-03	35,29	1,15	35,38	10,94	0,89	10,99
HP-04	29,23	0,98	30,14	12,80	1,05	12,84
HP-05	25,16	0,82	25,35	11,52	0,94	11,55
HP-06	34,72	1,13	34,77	12,62	1,03	12,65
HP-07	29,02	0,94	29,12	12,39	1,01	12,42
HP-08	30,63	0,99	30,67	11,57	0,95	11,61
HP-09	32,99	1,07	33,14	13,79	1,13	13,81
HP-10	32,19	1,04	32,21	11,65	0,98	11,98
‘Grand Prix’	35,50	1,15	35,54	12,54	1,02	12,57
‘Sancho’	24,44	0,79	24,52	11,71	0,96	11,77

O método da média harmônica da performance relativa dos valores genotípicos (MHPRVG), baseado em valores genotípicos preditos via modelos mistos, agrupa em uma única estatística a estabilidade, a adaptabilidade e a produtividade, facilitando, de modo singular, a seleção de genótipos superiores (RESENDE, 2002). A MHPRVG*MG fornece os valores genotípicos de cada genótipo penalizados pela instabilidade e capitalizados pela adaptabilidade. Para este critério, os resultados são exatamente os mesmos para os critérios MHVG e PRVG (Tabela 4), isto é, os híbridos de destaque para a produtividade foram HP-03, HP-06 e HP-09, mais a cultivar ‘Grand Prix’; ao passo que para o teor de sólidos solúveis sobressaiu o híbrido HP-09 (Tabela 6).

Tabela 6. Estabilidade e adaptabilidade de valores genotípicos (MHPRVG) de híbridos de melão pele de sapo conduzidos em quatro ambientes do Agropolo Mossoró-Assú. Mossoró-RN. UFERSA, 2017

Híbridos	Produtividade (Mg ha ⁻¹)		Sólidos solúveis (°Brix)	
	MHPRVG	MHPRVG*MG	MHPRVG	MHPRVG*MG
HP-01	0,89	27,55	1,01	12,42
HP-02	1,01	31,20	1,04	12,71
HP-03	1,14	35,27	0,89	10,98
HP-04	0,95	29,26	1,04	12,83
HP-05	0,82	25,17	0,94	11,55
HP-06	1,12	34,73	1,03	12,65
HP-07	0,94	29,06	1,01	12,42
HP-08	0,99	30,63	0,95	11,61
HP-09	1,07	33,02	1,12	13,80
HP-10	1,04	32,18	0,95	11,66
‘Grand Prix’	1,15	35,51	1,02	12,55
‘Sancho’	0,79	24,46	0,95	11,71

Os produtores concordam que híbridos de meloeiro precisam produzir ao menos 25,0 Mg ha⁻¹ para proporcionar lucro. Assim sendo, considerando a análise conjunta (Tabela 7), verifica-se que todos os híbridos atenderam essa exigência. Todos os híbridos experimentais superaram a testemunha ‘Sancho’. Este híbrido foi utilizado como testemunha porque foi o material genético do tipo Pele de Sapo mais plantado na última década no Agropolo Mossoró-Assú, uma vez que se apresentava como produtivo e com frutos de excelente qualidade. Esse fato indica que os híbridos novos obtidos nos programas de melhoramento genético, como os híbridos experimentais, bem como o híbrido ‘Grand prix’, recentemente lançado, são superiores à cultivar ‘Sancho’, evidenciando sucesso no trabalho dos pesquisadores para aumentar a produtividade dos híbridos mais recentes. Por outro lado, nenhum dos híbridos superou a testemunha ‘Grand Prix’, muito embora os híbridos HP-03, HP-06 e HP-09 tenham médias genéticas próximas à referida testemunha (Tabela 7).

Tabela 7. Estimativas de médias genéticas de híbridos de melão Pele de Sapo avaliados em quatro municípios do Agropolo Mossoró-Assú. Mossoró-RN, 2017.

Híbridos	Produtividade (Mg ha ⁻¹)				
	$\hat{g} + \hat{g}e / \text{Ambientes}$				\hat{g}
	MOS	BAR	ASS	IPA	Conjunta
HP-01	22,02	28,49	30,10	31,41	28,67
HP-02	36,20	31,39	33,93	25,61	31,58
HP-03	37,49	36,00	33,51	34,41	34,33
HP-04	28,59	30,54	23,26	38,26	30,33
HP-05	23,88	26,72	28,16	22,65	26,62
HP-06	33,07	34,54	36,76	34,70	33,88
HP-07	26,43	31,70	29,10	29,35	29,55
HP-08	31,56	31,53	29,35	30,19	30,71
HP-09	30,11	32,74	32,91	36,88	32,64
HP-10	32,84	32,43	32,19	31,33	31,89
‘Grand Prix’	33,78	35,40	36,98	35,98	34,47
‘Sancho’	22,97	27,24	24,28	23,65	26,00
	Sólidos solúveis (°Brix)				
HP-01	11,61	12,98	11,95	13,23	12,44
HP-02	11,86	13,07	12,94	12,98	12,71
HP-03	9,65	11,49	11,43	11,45	11,00
HP-04	11,67	12,98	13,11	13,60	12,84
HP-05	10,38	11,88	12,04	11,95	11,56
HP-06	11,54	12,91	13,38	12,81	12,66
HP-07	11,22	12,69	12,77	13,04	12,43
HP-08	10,37	12,10	12,02	12,01	11,62
HP-09	13,02	14,49	14,07	13,66	13,81
HP-10	12,05	9,02	13,97	12,85	11,97
‘Grand Prix’	11,89	13,18	12,23	12,93	12,56
‘Sancho’	11,91	12,28	12,09	10,71	11,75

Com relação aos sólidos solúveis, vale ressaltar que o valor mínimo para comercialização na Europa, em especial no mercado espanhol, do melão Pele de Sapo é 11%. Todos os híbridos apresentaram valores que atendem a esse nível de qualidade (Tabela 7). Os

híbridos de maior destaque, em ordem decrescente, foram HP-09, HP-04 e HP-02 e HC-06, com valores superiores às testemunhas ‘Grand Prix’ e ‘Sancho’.

Considerando os dois caracteres, o híbrido experimental HP-09 destacou-se como o mais promissor para o cultivo no Agropolo Mossoró-Assú na segunda metade da época “seca” (setembro a dezembro), pois respondeu em média para a produtividade e sólidos solúveis respectivamente, 1,07 e 1,12 vezes a média do ambiente em que for plantado. Este híbrido, considerando todos os resultados, foi superior a ambas as testemunhas. Ressalta-se que o referido híbrido tem como características positivas adicionais a boa conservação pós-colheita que permite o seu cultivo para o exterior.

5 CONCLUSÕES

O método da média harmônica da performance relativa dos valores genotípicos (MHPRVG), baseado em valores genotípicos preditos via modelos mistos permite a identificação de híbridos de melão Pele de Sapo com adaptabilidade e estabilidade.

O híbrido experimental HP-09 é mais promissor para o cultivo no Agropolo Mossoró-Assú por apresentar altas estabilidade e adaptabilidade, além de elevada produtividade.

REFERÊNCIAS

ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype-environment interaction in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, v. 4, n. 5, p. 503-508, set. 1964.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2016. Editora Gazeta, 2016.

ARAGÃO, F. A. S. **Divergência genética de acessos e interação genótipo x ambiente de famílias de meloeiro**. 2010. 107f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN, 2011.

ARAGÃO, F. A. S.; NUNES, G. H. S.; QUEIRÓZ, M. A. Interação genótipo x ambiente de famílias de melões com base em características de qualidade dos frutos. Raça da colheita. **Appl. Biotechnol**, Minnesota, v. 15, n. 2, p. 79-86, abr./jun. 2015.

BECKER, H. C. Correlations among some statistical measure of phenotypic Stability. **Euphytica**, Wageningen, v. 30, p. 835-840, 1981.

BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in plants**. Woodbury, Minnesota: Stemma Press, 2010.

BORGES, V.; SOARES, A. A.; RESENDE, M. D. V.; REIS, M. S.; CORNÉLIO, V. M. O.; SOARES, P. C. Progresso genético do programa de melhoramento de arroz de terras altas de minas gerais utilizando modelos mistos. **Rev. Bras. Biom.**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 478-490, 2009.

BOTREL, M. A.; EVANGELISTA, A. R.; VIANA, M. C. M, PEREIRA, A. V.; SOBRINHO, F. S.; OLIVEIRA, J. S.; XAVIER, D. F, HEINEMANN, A. B. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de alfafa avaliadas em Minas Gerais. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 409-414, mar./abr. 2005.

BURGER, Y.; PARIS, H. S.; COHEN, R.; KATZIR, N.; TADMOR, Y.; LEWINSOHN, E.; SCHAFFER, A. A. Genetic diversity of Cucumis melo. **Horticulture Review**, West Lafayette, v. 36, p. 165-198, 2010.

CALEGARIO, N.; MAESTRI, R.; LEAL, C. L.; DANIELS, R. F. Estimativa do crescimento de povoamentos de eucalyptus baseada na teoria dos modelos não lineares em multinível de efeito misto. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 285-292, nov. 2005.

CRISÓSTOMO, L. A; SANTOS, A. A.; HAJI, B. V; FARIA.C. M. B.; SILVA, D. J.; FERNANDES, F. A. M; SANTOS, F. J. S.; CRISÓSTOMO, J. R; FREITAS, J. A. D.; HOLANDA, J. S.; CARDOSO, J. W.; COSTA, N. D. Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste. EMBRAPA, Fortaleza-CE, 21p. 2002. (**Circular Técnica, 14**).

CRUZ, C. D.; CASTOLDI, F. L. **Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexa**. Revista Ceres, v. 38, n. 219, p. 422-430, maio/jun. 1991.

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

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2 ed. rev. Viçosa: Editora UFV, 1997.

DENIS, J. B.; GOWER, J. C. Asymptotic confidence regions for biadditive models: interpreting genotype-environment interactions. **Applied Statistics**, Augusta, v. 45, p. 479-493, 1996.

EBERHART, S. A.; RUSSEL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, p. 36-40, 1966.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília, 2013.

ESTERAS, C.; FORMISANO, G.; ROIG, C.; DÍAZ, A.; BLANCA, J.; GARCIMAS, J.; GÓMEZ-GUILLAMÓN, M. L.; LOPÉZ-SESÉ, A. I.; LÁZARO, A.; MONFORTE, A. J.; PICÓ, B. SNP genotyping in melons: genetic variation, population structure, and linkage disequilibrium. **Theoretical and Applied Genetics**, Estugarda, v. 126, n. 5, p. 1285-1303, 2013.

FERRAUDO, G. M. **comparação de modelos mistos, ammi e eberhart-russel via simulação no estudo da interação genótipo x ambiente em cana-de-açúcar**. 2013. 115f. Tese (Doutorado) – UNESP, Jaboticabal, 2013.

FREITAS J. G.; CRISÓSTOMO, J. R.; SILVA, F. P.; PITOMBEIRA, J. B.; TÁVORA, F. J. A. F. Interação entre genótipo e ambiente em híbridos de melão Amarelo no Nordeste do Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 2, p. 176-181, mar. 2007.

GAUCH, H. G.; PIEPHO JR., H. P.; ANNICCHIARICO, P. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE: further considerations. **Crop Science**, v. 48, n. 3, p. 866-889, 2008.

GAUCH, H.G.; ZOBEL, R.W. AMMI analysis of yield trials. In: KANG, M.S.; GAUCH, H.G. (Ed.). **Genotype by environment interaction**. Boca Raton: CRC Press, 1996. v.4, p.85-122.

GUIMARÃES, I. P.; DOVALE, J. C.; ANTÔNIO, R. P.; ARAGÃO, F. A. S.; NUNES, G. H. S. Interferência da interação genótipo por ambiente na seleção de linhagens de melão amarelo no agropolo Mossoró-Assú, Brasil. **Acta Sci Agron**, Maringá, v. 38, n.1, jan./mar. 2016.

GURGEL, F. L.; PEDROSA, J. F.; NEGREIROS, M. Z.; BARROS NETO, F. Comportamento de híbridos de melão amarelo no município de Baraúna-RN. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 665-667, jul. 2000.

GURGEL, F. L. **Adaptabilidade e avaliação qualitativa de híbridos de melão amarelo**. 33f. 2002. Dissertação (Mestrado) – ESAM, Mossoró, 2002.

GURGEL, F. L.; KRAUSE, W.; SCHMILDT, E. R.; SENA, L. C. N. Indicação de híbridos de melão para o Rio Grande do Norte. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 52, v. 299, p. 115-123, set. 2005.

HENDERSON, C. R. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. **Biometrics**, Texas, v. 31, p. 423-447, jun. 1975.

HILL, J. Genotype-environment interaction: A challenge to plant breeding. **Journal of Agricultural Sciences**, Cambridge, v. 85, p. 477-499, 1975.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Anuário Estatístico do Brasil 2011.

JEFFREY, C. A review of the cucurbitaceae. **Botanic Journal Linneus Society**, Key, v. 81, n. 2, p. 233-247, 1980.

JOHN, K. J.; SCARIAH, S.; NISSAR, V. A. M.; LATHA, M.; GOPALAKRISHNAN, S.; YADAV, S. R.; BHAT, K. V. On the occurrence, distribution, taxonomy and genepool relationship of *Cucumis callosus* (Rottler) Cogn, the wild progenitor of *Cucumis melo* L. from India. **Genetic Resources Crop Evolution**, Witzzenhausen, v. 59, n. 1, p. 1-10, 2012.

KARCHI, Z. Development of melon culture and breeding in Israel. Proceedings of 7th EUCARPIA Meeting on Cucurbit Genetics and Breeding. **Acta Horticulture**, Wageningen, v. 510, p. 13-17, 2000.

KERJE, T.; GRUM, M. A origin of melon, *Cucumis melo*. A review of the literature. **Acta Horticulture**, Wageningen, v. 510, p. 37-44, 2000.

LÉON, J.; BECKER, H. C. Repeatability of some statistical measure of phenotypic Stability: Correlations between single year results and multi years result. **Plant Breeding**, Berlin, v. 100, p. 137-142, 1988.

LEWIS, D. Gene-environment interaction. A relationship between dominance heterosis phenotype stability and variability. **Heredity**, Glasgow, v. 8, n. 3, p. 333-356, 1954.

LIMA, L. L., NUNES, G. H. S.; BEZERRA NETO, F. Coeficientes de variação de algumas características do meloeiro: uma proposta de classificação. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 14-17, 2004.

LIN, C. S.; BINNS, M. R.; LEFROVITCH, L. P. Stability Analysis: Where Do We Stand? **Crop Science**, Madison, v. 26, n. 5, p. 894-899, set./out. 1986.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A method of analysing cultivars x locations x year experiments: a new stability parameter. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 76, n. 1, p. 425-430, jan. 1988.

MAIA, M. C. C.; RESENDE, M. D. V.; PAIVA, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; BARROS, L. M. Seleção simultânea para produção, adaptabilidade e estabilidade genotípicas em clones de cajueiro, via modelos misto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 1, p. 43-50, jan./mar. 2009.

MADEIROS, A. E. S. **Interação genótipos x ambientes em melão amarelo no Agropólo Mossoró-Assú**. 2004. 52f. Dissertação (Mestrado) – UFERSA, Mossoró.

MARIOTTI, I. A.; OYARZABAL, E. S.; OSA, J. M.; BULACIO, A. N. R.; ALMADA, G. H. Análisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azúcar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronómica del Nordeste Argentino**, Tucumán, v. 13, n. 14, p. 105-127, 1976.

MIGUEL, A. A.; PINHO, J. L. N.; CRISÓSTOMO, J. R.; MELO, R. F. Comportamento produtivo e características pós-colheita de híbridos comerciais de melão amarelo, cultivados

nas condições do litoral do Ceará. **Ciênc. agrotec.** Lavras, v. 32, n. 3, p. 756 -761, mai./jun. 2008.

McKEAND, S.E; LI, B.; HATCHER, A.V; WEIR, R. J. Stability parameter estimates for stem volume for loblolly pine families growing in different regions in the southeastern United States. **Forest Science**, Washington, v. 36, p. 10-17, 1990.

MDIC (Sistema AliceWeb) – Sistema de análise das informações de comércio exterior, 2016. Disponível em: <Http://aliceweb.mdic.gov.br/>. Acesso em: 29 jan. 2017.

NASCIMENTO, A.S. **Armazenamento refrigerado de dois genótipos de melão amarelo “Gold Mine” e “Gold Pride” submetidos ao retardamento da colheita.** Monografia (Graduação). 2001, 49f. Mossoró: RN, 2001.

NETO, J. T. F.; RESENDE, M. D. V. Aplicação da metodologia de modelos mistos (reml/blup) na estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos em pupunheira (*Bactris gasipaes*). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 23, n. 2, p. 320-324, ago. 2011.

NUNES, G. H. S.; RESENDE, G. D. S. P.; RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. Implicações da interação genótipo x ambientes na seleção de clones de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 1, p. 49-58, 2002.

NUNES, G. H. S.; SANTOS, JÚNIOR J. J. S.; VALE, F. A.; BEZERRA NETO, F.; ALMEIDA, A. H. B; MEDEIROS, D. C. Aspectos produtivos e de qualidade de híbridos de melão cultivados no agropolo Mossoró-Assu. **Horticultura Brasileira**, Brasília, n. 22, p. 744-747, 2004.

NUNES, G. H. S.; SANTOS JÚNIOR, J. J.; ANDRADE, F. V.; BEZERRA NETO, F.; MENEZES, J. B.; PEREIRA, E. W. L. Desempenho de híbridos do grupo *inodorus* em Mossoró. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 90-94, 2005.

NUNES, G. H. S.; MADEIROS, A. E. S.; GRANGEIRO, L. C.; SANTOS, G. M.; SALESJUNIOR, R. Estabilidade fenotípica de híbridos de melão amarelo avaliados no Pólo Agroindustrial Mossoró-Assu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 9, p. 57-67, 2006.

NUNES, G. H. S.; SANTOS JÚNIOR, H.; GRANGEIRO, L. C.; BEZERRA NETO, F.; DIAS, C. T. S.; DANTAS, M. S. M. Phenotypic stability of hybrids of *Galia melon*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, n. 1, p. 1-83, 2011a.

NUNES, G. H. S.; SANTOS JÚNIOR, H.; GRANGEIRO, L. C.; BEZERRA NETO, F.; DIAS, C. T. S.; DANTAS, M. S. M. Phenotypic stability of hybrids of *Galia melon* in Rio Grande do Norte state, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, n. 12, p. 1421-1434, 2011b.

OLIVEIRA, V. R.; RESENDE, M. D. V.; NASCIMENTO, C. E. S.; DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F. Variabilidade genética de procedências e progênies de umbuzeiro via metodologia de modelos lineares mistos (reml/blup). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 1, p. 53-56, abr. 2004.

- OLIVEIRA, L. A. A. **Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de melão cantaloupe**. 48f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2011.
- PINHEIRO, L. C. M.; GOD, P. I. V. G.; FARIA, V. R.; OLIVEIRA, A. G.; HASUI, A. A.; PINTO, E. H. G.; ARRUDA, K. M. A.; PIOVESAN, N. D.; MOREIRA, M. A. Parentesco na seleção para produtividade e teores de óleo e proteína em soja via modelos mistos. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 48, n. 9, p. 1246-1253, set. 2013.
- PIRES, I. E.; RESENDE, M. D. V.; SILVA R. L.; RESENDE JÚNIOR, M. F. R. **Genética florestal**. Viçosa-MG: Arka, 2011.
- PITRAT, M.; HANELT, P.; JA, E. R. K. Some coments on interspecific classification of cultivars of melon. **Acta Horticultural**, Wageningen, v. 510, p. 29-36, 2000.
- PITRAT, M.; BESOMBLES, D. Inheritance of *Podosphaera xanthii* resistance in melon line '90625' In Cucurbitaceae 2008, IXth **EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae (Pitrat M, eds)**, INRA, Avignon, France, p. 135-142, 2008.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P.; SOUZA, E. A.; GONÇALVES, F. M. A.; SOUZA, J. C. **Genética na agropecuária**. Lavras, UFLA, 2012.
- RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2002.
- RESENDE, M. D. V. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004.
- RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 37, n.3, p. 182-194, 2007.
- RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007.
- ROBERTSON, A. Experimental design on the measurement of heritabilities and genetic correlations: **Biometrical genetics**. New York: Pergamon, 1959.
- ROMAGOSA, I.; FOX, P.N. Genotype x environment interaction and adaptation. In: HAYWARD, M. D., BOSEMARK, N.O.; ROMAGOSA, I. (eds.) **Plant breeding**, Berlin, principles and prospects. London: Chapman & Hall, 1993. p. 374-390.
- SANTOS JÚNIOR, H. **Interação genótipo x ambiente e adaptabilidade e estabilidade de híbridos de melão galia**. 2007. 45f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2007.
- SALES JÚNIOR, R. et al. Aspectos qualitativos do melão exportado pelo porto de Natal-RN. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, p. 286-289, 2006.

SEBASTIAN, P.; SCHAEFERB, H.; TELFORD, I. R. H.; RENNER, S. S. Cucumber (*Cucumis sativus*) and melon (*C. melo*) have numerous wild relatives in asia and australia, and the sister species of melon is from Australia. *Proceedings National. Academy Science*, Boston, v. 107, n. 32, p. 14269-14273, 2010.

SENA, L.C.N. **Adaptabilidade ambiental e estabilidade produtiva de híbridos de melão amarelo em oito ambientes na mesorregião Oeste Potiguar**. 2001. 43p. Dissertação (Mestrado) – UFERSA, Mossoró.

SILVA, R. A.; BEZERRA NETO, F.; NUNES, G. H. S.; NEGREIROS, M. Z. Estimação de parâmetros e correlações em famílias de meios-irmãos de melões Orange Flesh HTC. *Caatinga*, Mossoró, v.15, n.1/2, p. 43-48, 2002.

SILVA, J.M. **Interação genótipos x ambientes na avaliação de famílias de melão Galia no Agropolo Mossoró-Assú**. 2006. 53f. Dissertação (Mestrado) – UFERSA, Mossoró.

SILVA, W.C.J. & DUARTE, J.B. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 41, n. 1, p. 23-30, jan. 2006.

SILVA, G. O.; CARVALHO, A. D. F.; VIEIRA, J. V.; BENIN, G. Verificação da adaptabilidade e estabilidade de populações de cenoura pelos métodos AMMI, GGE biplot e REML/BLUP. *Bragantia*, Campinas v. 70, n. 3, p. 494-501, 2011a.

SILVA, J.M.; NUNES, G.H.S.; COSTA, G. G.; ARAGÃO, F. A. S.; MAIA, L. K. R. Implicações da interação genótipos x ambientes sobre ganhos com a seleção em meloeiro. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.41, n.1, p.51-56, jan, 2011b.

SOARES, A.J. **Efeito de três lâminas de irrigação e de quatro doses de potássio via fertirrigação no meloeiro em ambiente protegido**. Piracicaba, 2001. **Nº folhas**. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2001.

TAVARES, R.; VIANA, A. P.; BARROSO, D. G.; AMARAL JÚNIOR, A. T. Genetic diversity in Australian cedar genotypes selected by mixed models. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 36, n. 2, p. 171 -179, mar./abr., 2012.

TORRES, F. E.; TEODORO, P. E.; SAGRILO, E.; CECCON, G.; CORREA, A. M. Interação genótipo x ambiente em genótipos de feijão-caupi semiprostrado via modelos mistos. *Bragantia*, Campinas, v. 74, n. 3, p. 255-260, 2015.

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

WRICKE, G. Zur Berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer. *Zeitschrift fur Pflanzenzuchtung*, Berlin, v. 52, p. 127-138, 1965.

YAN, W.; KANG, M. S.; MA, B.; WOODS, S.; CORNELIUS, P. L. GGE Biplots vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. *Crop Science*, **Cidade**, v. 47, p. 643-655, 2007.

ZENI-NETO, H.; OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; BESPALHOK-FILHO, J. C.; ZAMBON, J. L. C.; IDO, O. T.; WEBER, H. Seleção para produtividade, estabilidade e adaptabilidade de clones de cana-de-açúcar em três ambientes no estado do Paraná via modelos mistos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 425-430, 2008.

ZOBEL, R. W.; WRIGHT, M. J.; GAUCH, H. G. Statistical analysis of a yield trial. **Agronomy journal**, Madison, v. 80, n. 3, p. 388-393, 1988.

APÉNDICE

Tabela 1A. Análise química do solo da área experimental do experimento realizado em Mossoró. Mossoró-RN, 2017.

pH	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+Al	K ⁺	P	Na ⁺	M.O
	(meq/100ml)					(ppm)		
6,10	4,20	1,00	0,10	1,30	0,82	28,30	0,41	1,80

Tabela 2A. Análise química do solo da área experimental do experimento realizado em Baraúna. Mossoró-RN, 2017.

pH	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+Al	K ⁺	P	Na ⁺	M.O
	(meq/100ml)					(ppm)		
6,40	8,50	2,90	0,10	1,20	0,79	13,60	19,00	1,20

Tabela 3A. Análise química do solo da área experimental do experimento realizado em Assu. Mossoró-RN, 2017.

pH	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+Al	K ⁺	P	Na ⁺	M.O
	(meq/100ml)					(ppm)		
7,2	9,9	4,25	0,00	1,00	0,89	28,70	1,20	1,30

Tabela 4A. Análise química do solo da área experimental do experimento realizado em Ipanguassu. Mossoró-RN, 2017.

pH	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+Al	K ⁺	P	Na ⁺	M.O
	(meq/100ml)					(ppm)		
8,50	12,10	5,56	0,00	1,20	0,87	31,12	2,10	6,30

Observação: Para análise química foram retiradas amostras simples na profundidade de 0 a 20 centímetros.