

HAROLDO SANTOS JUNIOR

**INTERAÇÃO GENÓTIPO x AMBIENTE E ADAPTABILIDADE E
ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE MELÃO GALIA**

MOSSORÓ - RN
2007

HAROLDO SANTOS JUNIOR

INTERAÇÃO GENÓTIPO x AMBIENTE E ADAPTABILIDADE E
ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE MELÃO GALIA.

Dissertação apresentada à Universidade Federal
Rural do Semi-Árido, como parte das exigências
para obtenção do título de Mestre em Agronomia:
Fitotecnia.

ORIENTADOR: GLAUBER HENRIQUE DE SOUSA NUNES, D.Sc.

MOSSORÓ - RN
2007

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e
catalogação da Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFERSA**

S237i Santos Júnior,Haroldo.

Interação genótipo x ambiente a adaptabilidade e estabilidade de
híbridos de melão Gália / Haroldo Santos Júnior. -- Mossoró: 2007.
44f. il.

Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). - Universidade Federal
Rural do Semi-Árido. Pró -Reitoria de Pós-Graduação.

Área de concentração em: Melhoramento Genético de Plantas.

Orientador: Prof.º D. Sc. Glauber Henrique de Sousa Nunes.

1. *Cucumis melo*. 2. Avaliação de cultivares. 3. Interação
genótipo x ambiente. I.Título.

CDD:.635.611

HAROLDO SANTOS JUNIOR

**INTERAÇÃO GENÓTIPO x AMBIENTE E ADAPTABILIDADE E
ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE MELÃO GALIA.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia: Fitotecnia.

APROVADA EM: 26 / 12 / 2007

BANCA EXAMINADORA

D.Sc. Glauber Henrique de Sousa Nunes
Presidente

D.Sc. Maria Zuleide de Negreiros
Primeiro Membro

D.Sc. Roberto Clayton Fernandes Queiroga
Segundo Membro

MOSSORÓ - RN
2007

A **Deus**, o autor da minha fé, por tudo que tem feito em minha vida; pelas bênçãos e proteção,

DEDICO.

Aos meus pais, **Haroldo Santos e Lúcia de Souza Santos**, por tudo que fizeram e ainda fazem por mim; pelo amor, força e carinho a mim dedicados tão intensamente,

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pela presença constante na minha vida;

Ao professor Glauber Henrique de Sousa Nunes pelos vários anos de trabalho, paciência e orientação;

A UFRSA por oferecer a estrutura e ensino necessário à minha formação;

Ao CNPq pelo suporte a mim oferecido;

Aos professores Maria Zuleide e Roberto Cleiton pela contribuição na finalização do presente trabalho.

A Roberta Kélia Bezerra Silva pela paciência e contribuição no meu crescimento pessoal e profissional;

A Lenice, Edma, Lúcio, Ana Laura, Haroldo e Lúcia componentes tão importantes da minha maravilhosa família, por todo apoio dado;

Ao corpo docente do Programa de pós-graduação em Fitotecnia da UFRSA pelos proveitosos ensinamentos;

Aos funcionários do Departamento de Ciências Vegetais pelo apoio direto ou indireto, em especial aos servidores e amigos Francisco César de Góis (Cezoca) e Raimundo Nonato;

Aos colegas Romeu, George e Kálio pelo apoio e amizade;

A todos os colegas da pós-graduação que contribuíram direta ou indiretamente na minha formação e realização deste trabalho.

RESUMO

SANTOS JUNIOR, Haroldo. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Dezembro, 2007. **Interação genótipo x ambiente e adaptabilidade e estabilidade de híbridos de melão Galia.** 2007. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2007.

A diversidade de ambientes existente no Rio Grande do Norte devido às diferentes condições de clima e solo podem interferir na adaptabilidade, estabilidade e conseqüentemente, no desenvolvimento da cultura do meloeiro, com reflexos na produtividade e qualidade de frutos, uma vez que essas características são diretamente influenciadas pela correlação entre genótipos e ambientes. Os objetivos deste trabalho foram verificar a contribuição das partes simples e complexa da interação genótipo x ambiente e avaliar a adaptabilidade e estabilidade de híbridos de melão Galia. Foram testados nove híbridos de melão Galia (GPS 400, DRG 1531, DRG 1537, Solarbel, Solar King, Galileu, Supra, Num 1502 e Arava) em doze ambientes do Estado do Rio Grande do Norte (MO-00, MO-01, MO-02, BA-00, BA-01, BA-02, AS-00, AS-01, AS-02, AR-00, AR-01, AR-02) no período de 2000, 2001 e 2002. Os ensaios foram conduzidos em blocos casualizados com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância individual e conjunta e os métodos estatísticos Toler, Wruck e AMMI (Additive Main effect and Multiplicative Interaction) foram usados para avaliar a adaptabilidade e estabilidade. A parte complexa é a maior responsável pela interação genótipo x ambiente para a produtividade e o teor de sólidos solúvel dos frutos. Os ambientes associados com Mossoró e Assu são os mais adequados para a avaliação de melão Galia. Por ser estável, apresentar alta produtividade e ter elevado teor de sólidos solúveis, o híbrido DRG 1537 é o mais promissor para o cultivo no Agropolo Mosoró-Assu.

Palavras-chaves: *Cucumis melo*. Interação genótipos x ambientes. Avaliação de cultivares.

ABSTRACT

SANTOS JUNIOR, Haroldo. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, December, 2007. **Genotypic x environment interaction and adaptability and stability of Galia melon hybrids.** 2007. 44 f. Dissertation (Master in Agronomy: Crop Science) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2007.

The diversity of environment existent in Rio Grande do Norte due to the different climate conditions and soil can interfere in the adaptability, stability and consequently, in the development of the culture of the melon plant, with reflexes in the productivity and quality of fruits, once those characteristics are influenced directly by the correlation between genotype and environments. The objectives of this work were to verify the importance of the parts simple and complex of the genotype x environment interaction and to evaluate the adaptability and stability of Galia melon hybrid. Nine Galia melon hybrids were tested (GPS 400, DRG 1531, DRG 1537, Solarbel, Solar King, Galileu, Supra, Num 1502 e Arava) in twelve environments of the Rio Grande Norte State (MO-00, MO-01, MO-02, BA-00, BA-01, BA-02, AS-00, AS-01, AS-02, AR-00, AR-01, AR-02) in the period from 2000, 2001 and 2002. The tests were conducted in randomized blocks with three replications. Data were submitted to the analysis of variance individually and jointly and the statistical methods Toler, Wruck and AMMI (Additive Main effect and Multiplicative Interaction) were used to study the adaptability and stability. The complex part is responsible for most of the genotype x environment interaction for the yield and content of solids soluble of fruits. The environments associated with Mossoró and Assu are the most suitable for evaluation of melon Galia. For being stable, productive and to have elevated content of soluble solids, the hybrid DRG 1537 is the most promising for the cultivation in Agripole Mosoró-Assu.

Key Words: *Cucumis melo*. Genotype x environmental interaction. Evaluation of cultivars.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01 - Biplot AMMI1: primeiro componente principal (IPC 1) x média da produtividade de 9 híbridos (Δ) de melão Galia avaliados em 12 ambientes ($\bullet$) do Agropolo Mossoró-Assu. (MO-00: Mossoró, 2000; MO-01, Mossoró, 2001; MO-02, Mossoró, 2002; BA-00: Baraúna, 2000; BA-01, Baraúna, 2001; BA-02, Baraúna, 2002; AS-00: Assu, 2000; AS-01, Assu, 2001; AS-02, Assu, 2002; AR-00: Alto do Rodrigues, 2000; AR-01, Alto do Rodrigues, 2001; AR-02, Alto do Rodrigues, 2002) 33
- Figura 02 - Biplot AMMI1: primeiro componente principal (IPC 1) x média do teor de sólidos solúveis de 9 híbridos (Δ) de melão Galia avaliados em 12 ambientes ($\bullet$) do Agropolo Mossoró-Assu. (MO-00: Mossoró, 2000; MO-01, Mossoró, 2001; MO-02, Mossoró, 2002; BA-00: Baraúna, 2000; BA-01, Baraúna, 2001; BA-02, Baraúna, 2002; AS-00: Assu, 2000; AS-01, Assu, 2001; AS-02, Assu, 2002; AR-00: Alto do Rodrigues, 2000; AR-01, Alto do Rodrigues, 2001; AR-02, Alto do Rodrigues, 2002) 34

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Identificação, coordenadas geográficas, altitude, precipitação pluviométrica (PP), umidade relativa do ar (UR), temperatura máxima média (Tmax) e temperatura mínima média (Tmin) ao longo do período de realização dos experimentos em cada ambiente de avaliação. Mossoró-RN, 2000-2002	20
Tabela 02 - Informações relativas ao plantio, adubação e tratos culturais nos ambientes de avaliação. Mossoró-RN, 2000-2002.....	21
Tabela 03 - Esquema da análise de variância para cada ambiente analisado	23
Tabela 04 - Esquema da análise conjunta de variância para todos os ambientes avaliados..	23
Tabela 05 - Resumo da análise de variância conjunta e da análise dos efeitos aditivos principais e interação multiplicativa para a produtividade de frutos e teor de sólidos solúveis de nove híbridos de melão Galia avaliados em doze ambientes do Agropólo Mossoró-Assu. Mossoró-2000-2002	29
Tabela 06 - Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de doze híbridos de melão Galia, segundo o método de Toler (1990) e Ecovalencia (W), para as características produtividade e teor de sólidos solúveis totais. Mossoró-RN, 2000-2002	31
Tabela 07 - Médias preditas das características produtividade e teor de sólidos solúveis pelo modelo de efeitos aditivos principais e interação multiplicativa, considerando apenas o primeiro componente principal da interação (AMMI 1) de nove híbridos de melão Galia avaliados em 12 ambientes do Agropolo Mossoró-Assu. Mossoró-RN, 2001-2002	36

SUMÁRIO

1 INTRUDUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 MELÃO GALIA	12
2.2. INTERAÇÃO GENÓTIPOS x AMBIENTES	14
2.3 ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA	15
2.4 INTERAÇÃO GENÓTIPOS x AMBIENTES EM MELÃO	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 AMBIENTES	20
3.2 MATERIAL GENÉTICO	20
3.3 CONDUÇÃO EXPERIMENTAL	21
3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E CARACTERÍSTICAS AVALIADAS .	22
3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	22
3.5.1 Análise de variância	22
3.5.2 Decomposição da interação híbridos x ambientes	24
3.5.3 Estimação dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade	24
3.5.3.1 Metodo de Toler (1990).....	24
3.5.3.2 Metodo de Wrick (1965) (Ecovalência).....	27
3.5.3.3 Método AMMI (Modelo de efeitos Aditivos principais e interação Multiplicativa)	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5 CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

O Pólo Agroindustrial Mossoró-Assu, situado no Estado do Rio Grande do Norte, é o principal produtor e exportador de melão do Brasil. A maior parte da produção, próxima a 70%, é enviada em caixas para o mercado externo, em especial a União Européia. A cultura do meloeiro no RN possui grande relevância social, pois emprega diretamente entre 15 e 20 mil pessoas no período da safra. As condições climáticas favoráveis como a alta luminosidade (cerca de 3.000 hora/ano) e baixos índices de pluviosidade (exceto no período de janeiro a maio, estação das “chuvas”), associadas ao emprego de alta tecnologia do setor produtivo proporcionam um lugar de destaque do Estado no agro-negócio nacional (SILVA et al., 2002).

A grande maioria dos frutos produzidos no Agropólo Mossoró-Assu pertence ao grupo *inodorus*. Não obstante, com a intenção de diversificar o produto oferecido, muitas empresas têm cultivado o melão do tipo Galia. O melão do tipo Galia constitui-se uma classe comercial desenvolvida na década de setenta no Centro de Pesquisa Newe Ya'ar da Organização de Pesquisa Agrícola de Israel. Esse tipo de melão é caracterizado pela forma arredondada do fruto, coloração amarela, polpa esverdeada, rendilhamento suave, aroma, peso entre 1000 a 1500 g, teor de sólidos solúveis entre 13 e 15 %, produtividade em torno de 35 a 50 t/ha e vida útil pós-colheita entre 14 e 20 dias (KARCHI, 2000). Aproximadamente 5,09% do melão exportado no porto de Natal pertence ao tipo Galia. A intenção dos produtores é aumentar a área plantada com esse tipo de melão em razão da sua alta cotação no mercado externo (SALES JÚNIOR et al., 2006).

Em razão da demanda por parte do setor produtivo, as empresas sementeiras públicas e privadas têm desenvolvido cultivares do tipo Galia utilizando várias estratégias de melhoramento, em que anualmente são lançados novos híbridos no mercado. Todavia, a adoção de qualquer um desses híbridos sem uma prévia avaliação da produtividade e a qualidade dos frutos pode comprometer o comércio com o mercado externo, uma vez que o consumidor europeu é extremamente exigente na qualidade das frutas consumidas (NUNES et al., 2005).

Devido as 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 e que a mesma tenha papel importante na manifestação fenotípica. 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 sê-lo em outro (REZENDE, 2002).

A interação genótipos por ambientes pode ser decomposta em duas partes, quais sejam: simples e complexa. A primeira é proporcionada pela diferença da variabilidade entre os genótipos nos ambientes, enquanto que a segunda está associada à falta de correlação genética entre os genótipos (RAMALHO et al., 1993). Desta forma, quando ocorre predominância da parte complexa, a interação dificulta o trabalho do melhorista, pois indica a inconsistência da superioridade do genótipo com relação à variação do ambiente, isto é, há genótipos com melhor desempenho em determinados ambientes, mas não em outros, tornando a recomendação mais difícil (CRUZ; CASTOLDI, 1991). Entretanto, o estudo da magnitude e dos componentes que constituem a interação genótipos x ambientes é importante, pois fornece aos pesquisadores, informações que poderão auxiliá-los no processo de recomendação de híbridos (NUNES et al., 2002).

Uma vez detectada a presença da interação e posteriormente, feito o estudo da sua natureza, torna-se fundamental a adoção de medidas no sentido de atenuar seu efeito. Uma das alternativas mais praticadas é a utilização de genótipos com estabilidade fenotípica. Na identificação de híbridos estáveis, diversos métodos têm sido propostos, os quais diferem entre si em função dos conceitos de estabilidade, restrições impostas e procedimentos biométricos adotados para estimação (CRUZ; REGAZZI, 1994; KANG, 1998).

As metodologias mais utilizadas são aquelas que utilizam regressão linear com apenas um segmento de reta (FINLAY; WILKINSON, 1963; EBERHART; RUSSEL, 1966) ou dois segmentos de reta (VERMA et al., 1978; SILVA; BARRETO, 1985; CRUZ et al., 1989). Contudo, Toler (1990) sugeriu um modelo de regressão não-linear nos parâmetros, que contorna os problemas relacionados à estimação do índice ambiental e apresenta testes de hipóteses mais rigorosos para os padrões de resposta, permitindo a classificação dos híbridos em vários grupos, sendo, portanto, uma metodologia promissora no estudo de adaptabilidade e estabilidade. Esta metodologia tem sido utilizada em alguns trabalhos com as culturas de feijão, milho, cana-de-açúcar (ROSSE, 1999) e eucalipto (NUNES et al., 2002).

Portanto, os objetivos deste trabalho foram analisar a natureza da interação genótipos por ambientes e a adaptabilidade e estabilidade de híbridos de melão *Galia* cultivados no estado do Rio Grande do Norte.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MELÃO GALIA

Durante as primeiras décadas do século XX, o território palestino foi caracterizado por práticas agrícolas de baixa tecnologia. Nesse período, duas cultivares de polinização aberta de melão eram cultivadas. A primeira, denominada de ‘Baladi’, pertence à variedade *reticulatus* e é um tipo cantaloupe, enquanto que a segunda, chamada de ‘Faqqous’, é do tipo *snakemlon* e pertence à variedade *flexuosus*. A hibridação e a seleção ampliou a variabilidade genética dentro de ambas as cultivares. Essas cultivares são adaptadas às condições áridas (350 a 600 mm/ano) e têm baixo potencial produtivo, entre 20-25 t/ha, e excelente qualidade de fruto. A cultivar ‘Baladi’ foi cultivada até a década de cinquenta e dominou o mercado durante os meses de verão. Melhoristas amadores praticaram seleções para uniformidade da cor e do rendilhamento da casca, tamanho e qualidade do fruto. Duas cultivares bem adaptadas foram obtidas e utilizadas em Israel e países vizinhos (KARCHI, 2000).

Durante a década de cinquenta, na cooperativa Ha’Ogen, foi introduzida uma cultivar húngara de mesocarpo verde, casca lisa e com suturas. A cultivar recebeu por parte dos produtores o nome da cooperativa e apresentou produtividades entre 30-35 t/ha e alto teor de sólidos solúveis (12-14 %). Apesar do sucesso comercial no continente europeu, a cultivar ‘Ha’Ogen’ possuía problemas sérios de injúrias físicas durante as atividades de colheita e empacotamento devido a sua casca muito lisa do fruto. Em razão dessa limitação, em pouco tempo, a cultivar saiu do mercado (KARCHI, 2000).

O melão Galia foi a resposta ao problema enfrentado pelos produtores israelenses devido aos altos custos de produção da cultivar Ha’Ogen. Trata-se de um tipo especial de melão que constitui-se em uma classe comercial. Esse tipo de melão é incluído na variedade *Reticulatus* e tem sido caracterizado pela forma arredondada do fruto, coloração amarela, polpa esverdeada, e rendilhamento suave, aroma, peso entre 1000 a 1.500 g e teor de sólidos solúveis entre 13 e 15 %, produtividade em torno de 35 a 50 t/ha e vida pós-colheita entre 14 e 20 dias (KARCHI, 2000).

O melão Galia foi o primeiro híbrido desenvolvido em Israel em escala comercial e representa um verdadeiro marco na história da agricultura israelense. O Galia original (F₁) foi desenvolvido em 1973 por Zvi Karchi, pesquisador do Centro de Pesquisa Neve Ya’ar da

Organização de Pesquisa Agrícola de Israel, a partir de um melão tipo 'Ha'Ogen'. O nome Galia é uma homenagem a filha do melhorista responsável pela sua criação. A linhagem Noy Yizre'el, que serviu como mãe, e uma linhagem russa são os pais do melão Galia original. A linhagem Noy Yizre'el foi obtida de um cruzamento entre o cultivar Ha'Ogen e a linhagem americana Siminole. A linhagem Siminole é um melão tipo 'Rock' desenvolvido para as condições da Flórida com casca verde, polpa alaranjada, pequena cavidade interna e resistência ao fungo *Podosphaera xantii*. Retrocruzamentos tendo o cultivar Ha'Ogen como genitor recorrente e várias gerações de autofecundação recuperaram o tipo Ha'Ogen (STAUB et al, 2000).

Em quase trinta anos de melhoramento, novos genótipos de melão Galia têm sido lançados no mercado pelo programa desenvolvido em Israel como os híbridos Galia, Arava, Revigal, Capri e Omega entre outros. Além disso, muitas instituições de pesquisa públicas e privadas têm desenvolvido cultivares do tipo Galia utilizando várias estratégias de melhoramento, como por exemplo o cruzamento entre Ha'Ogen e Charrantais (KARCHI, 2000).

No Estado do Rio Grande do Norte, os híbridos Galileu e Solar King ainda os mais plantados pelos grandes produtores. Entretanto, com o contínuo lançamento de novos materiais anualmente, outros híbridos tem ganhado espaço junto aos produtores, como por exemplo o híbrido Estoril. Em avaliação realizada em Mossoró, Nunes et al. (2005) constataram que os híbridos DRG-1531e DRG-1537 foram os mais promissores.

2.2 INTERAÇÃO GENÓTIPOS POR AMBIENTES

A interação genótipos por ambientes pode ser entendida como a resposta diferenciada de genótipos, quando submetidos à ambientes diferentes. Nesse caso, o comportamento dos genótipos em um determinado ambiente pode não ser coincidente em outro (RAMALHO et al., 1993). É um fenômeno natural que faz parte da evolução das espécies. Seus efeitos permitem o aparecimento de genótipos estáveis e aptos a um ambiente específico, assim como, de comportamento geral, aptos a vários ambientes. O fenômeno da interação G x E é de extrema importância nos programas de melhoramento. A partir dele é possível executar uma seleção de genótipos com adaptação ampla ou específica, escolher locais de seleção, identificar o nível de estresse nos ambientes e de genótipos a serem

avaliados em cada fase da seleção (FOX et al., 1997).

O termo ambiente é designado por Romagosa e Fox (1993) como um termo geral que envolve uma série de condições sob as quais as plantas são cultivadas. Nesse sentido, 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 caso, estão incluídos os fatores permanentes do ambiente, como tipo de solo e aqueles nos quais o homem atua de forma direta, como época de plantio, tipo de adubação, método de colheita, etc. No segundo estão aquelas que ocorrem com as flutuações climáticas atípicas, e com a ocorrência de pragas e doenças (ALLARD; BRASDSHAW, 1964).

Em termos biométricos, a variância da interação $G \times E$ pode ser dividida em duas partes. 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 denominado de parte complexa ou qualitativa, e é responsável pela falta ou pela reduzida correlação genética entre os comportamentos dos genótipos nos ambientes. Normalmente, 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).

A quantificação da predominância do tipo de um dos componentes da interação é muito importante na tomada de decisão por parte do melhorista (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). Quando a interação deve-se, 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, 2000).

Por outro lado, 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, 2006).

2.3 ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA

A identificação de cultivares com maior estabilidade fenotípica é uma das alternativas mais empregadas na minimização da interação genótipos x ambientes. Nesse contexto, um primeiro ponto a ser considerado são os diversos conceitos dos termos estabilidade e adaptabilidade, os quais, segundo Becker e León (1988), são utilizados nos mais diferentes sentidos.

Lewis (1954) relatou a estabilidade fenotípica como a capacidade de um indivíduo ou de uma população, de produzir variações mínimas de fenótipos em diferentes ambientes. Finlay e Wilkinson (1963) definiram estabilidade média de uma forma dinâmica, para caracterizar uma variedade cuja produção varia, de acordo com a capacidade dos ambientes, em proporcionar altas ou baixas produtividades. Para Eberhart e Russel (1966) e Mariotti et al. (1976), a adaptabilidade refere-se à capacidade de os genótipos aproveitarem vantajosamente os estímulos do ambiente. Cruz e Regazzi (1994) conceituaram adaptabilidade da mesma forma e comentaram que estabilidade refere-se à capacidade de os genótipos mostrarem um comportamento altamente previsível, em função do estímulo ambiental. Heinrich et al. (1983), descreveram estabilidade de produção, como a capacidade de um genótipo de evitar flutuações substanciais na produção sobre vários ambientes.

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” (BECKER, 1981), que caracteriza um genótipo com comportamento constante com a variação do ambiente e está em concordância com o termo homeostase, largamente utilizado na genética. Assim sendo, 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 (RAMALHO et al., 1993).

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 por

Becker (1981) como “estabilidade no sentido agrônômico”. Ela 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 na 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 de tipo 4. Para identificação da estabilidade tipo 4, é preciso que os cultivares sejam avaliados em um determinado número de anos e alguns locais. A análise de variância é realizada estimando o quadrado médio do efeito de anos dentro de locais para cada cultivar. Aquele que apresentar o menor quadrado médio será o mais estável às variações imprevisíveis dos anos.

Vencovsky e Torres (1988) apontaram dois tipos de estabilidade: a estabilidade espacial e a estabilidade temporal, enfatizando que a estabilidade espacial é sinônimo de adaptabilidade. Espera-se boa produtividade sem que haja interação com flutuações climáticas existentes entre anos. Fox et al. (1997) seguiram essa mesma linha de conceito e usaram os termos adaptabilidade e estabilidade para referirem-se às dimensões, espacial e temporal, respectivamente.

Vencovsky e Barriga (1992) chamaram a atenção para a existência de grupos de pesquisadores que preferiam utilizar o termo estabilidade para referirem-se à maior habilidade apresentada por certos genótipos, para adaptarem-se às flutuações climáticas ao longo de anos agrícolas, dentro de uma localidade. O termo adaptabilidade seria, nesse caso, empregado para designar a adaptação ecológica a diferentes ambientes, tais como locais ou outras condições geográficas.

Como relatado, existem na literatura muitos conceitos de estabilidade. Porém, os autores têm utilizado as terminologias de Finlay e Wilkinson (1963) e de Eberhart e Russel (1966) ou variações das mesmas. Alguns deles mostram uma certa concordância entre si, ou seja, genótipo estável seria aquele que, quando cultivado em vários ambientes, apresentasse pouca oscilação para o caráter avaliado. Nesse sentido, o conceito de estabilidade é muito importante para os melhoristas de plantas, cujo interesse está na obtenção de variedades que se comportem bem, não apenas em um ambiente particular, mas também em amplas faixas de cultivo, onde ocorrem diferentes condições ambientais.

As aplicações técnicas que fornecem informações sobre a adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos genótipos são importantes nos programas de melhoramento, pois auxiliam a recomendação dos materiais para uma ampla faixa de ambientes. Em adição,

permitem a recomendação de ambientes específicos para um dado grupo de genótipos. Existem inúmeras metodologias que visam identificar genótipos superiores geneticamente em adaptabilidade e estabilidade, as quais são amplamente discutidas na literatura (BECKER; LEÓN, 1988; CROSSA, 1990), distinguindo-se pelos conceitos de estabilidade e princípios estatísticos empregados (CRUZ; REGAZZI, 1994). É importante ressaltar que, os parâmetros que determinam a estabilidade, são específicos para os materiais genéticos avaliados, bem como para os ambientes analisados, sendo errôneo inferir esses resultados para outros materiais e ambientes (YATES; COCHRAN, 1938).

As metodologias mais tradicionalmente utilizadas são aquelas que envolvem o uso da análise de regressão linear (FINLAY; WILKINSON, 1963; EBERHART; RUSSEL, 1966; SILVA; BARRETO, 1985; CRUZ et al., 1989). Essas metodologias têm como objetivo traçar linhas de regressão para representar o comportamento individual dos genótipos frente aos vários ambientes. A variável independente é o índice ambiental representado pelo contraste entre a média de cada ambiente e a média geral de todos eles, enquanto que a variável dependente é a produtividade média do genótipo em cada ambiente. Todavia, essas metodologias têm alguns inconvenientes de ordem biológica e estatística. A dependência entre o índice ambiental e o conjunto de dados analisados torna o coeficiente de regressão um estimador questionável do ponto de vista estatístico.

Toler (1990) propôs uma metodologia com modelos de regressão não-lineares nos parâmetros. Esse modelo contorna os problemas relacionados às estimativas do índice ambiental. Do ponto de vista estatístico, o modelo de Toler (1990) representa um aprimoramento das análises de estabilidade que utilizam a regressão.

Além disso, essa metodologia permite a discriminação dos genótipos em cinco grupos em função do seu padrão de resposta. O genótipos classificados nos grupos A e E, possui comportamento bissegmentado. O genótipo do grupo A possui resposta convexa e duplo desejável, enquanto que genótipo do grupo E possui resposta côncava e duplo indesejável. Os genótipos classificados nos grupos B, C e D só precisam de um segmento de reta. No grupo B estão os genótipos de resposta linear simples e desejável apenas em ambientes de alta qualidade. No grupo C, o genótipo tem resposta linear simples não desviando da resposta média. Por fim, no grupo D estão genótipos com resposta linear simples e desejável em ambientes desfavoráveis.

Apesar dos métodos univariados serem matematicamente mais simples e de mais fácil interpretação, muitos autores tem empregado técnicas multivariadas, sendo o modelo

AMMI (additive main effects and multiplicative interaction analysis), que significa modelo de efeitos aditivos principais e interação multiplicativa, o mais utilizado (OLIVEIRA et al., 2003). Esse método combina técnicas estatísticas, como análise de variância e a análise de componentes principais, para ajustar, respectivamente, os efeitos principais (genótipos e ambientes) e os efeitos da interação genótipos x ambientes (MANDEL, 1971; ZOBEL et al., 1988; DUARTE; VENCOVSKY, 1999). O modelo AMMI pode ajudar tanto na identificação de genótipos superiores amplamente adaptados como na realização do chamado zoneamento agrônomo, 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 genótípicas; d) possibilita fácil interpretação gráfica dos resultados, nos chamados gráficos biplots (representação gráfica simultânea dos genótipos e ambientes) (ZOBEL et al., 1988).

No que se refere ao detalhamento da interação genótipos por ambientes, essa análise o faz via decomposição da soma de quadrados original ($SQ_{G \times A}$), em uma porção denominada padrão e outra chamada ruído. A primeira possibilita a identificação de fatores ambientais e genotípicos mais diretamente relacionados à interação, sendo obtida após o descarte de ruídos adicionais ao erro experimental. Isso proporciona uma melhoria na capacidade predutiva das respostas fenotípicas (OLIVEIRA et al., 2003).

Por outro lado, alguns autores comentam que a eficiência da metodologia depende da quantidade de variação da interação que é captada pelo primeiro ou dois primeiros componentes principais. Todavia, segundo Gauch e Zobel (1996), a inclusão excessiva de termos multiplicativos pode reduzir seriamente a precisão da análise, aumentando o erro tipo I. Gauch (1988) comenta que os primeiros eixos AMMI captam maior porcentagem de padrão e, com subsequente acúmulo de dimensões (eixos), ocorre diminuição na porcentagem padrão e acréscimo de ruídos. Com isso, apesar da seleção de apenas um só eixo, espera-se estar captando maior porcentagem do padrão. Esse fato justificar a utilização de apenas um eixo nos trabalhos supra-citados. Vela ressaltar que os critérios adotados para a definição do número de eixos a serem retidos, de maneira a explicar o padrão relacionado à interação, tem sido objeto de vários trabalhos (GOLLOB, 1968; MANDEL et al, 1971; GAUCH, 2006; PIEPHO, 1995).

2.4 INTERAÇÃO GENÓTIPOS X AMBIENTES EM MELÃO

O número de trabalhos que tratam do estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em meloeiro é reduzido. Gurgel et al. (2005) avaliando nove híbridos de melão amarelo em quatro locais do agropolo Mossoró-Assu, observaram a presença da interação genótipos por ambientes. Os mesmos autores indicaram os híbridos Rochedo, Gold Mine e PX 4910606 para todos os ambientes.

Nunes et al. (2006) 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. Segundo estes autores, os híbridos do tipo amarelo mais promissores foram AMR-04 e AMR-12.

Avaliando 144 famílias de melão Galia em quatro locais do Rio Grande do Norte, Silva (2006) também observou efeito pronunciado da interação do tipo complexa. O autor verificou que as estimativas de coeficiente de variação genética e variância genética entre famílias são superestimadas pelo componente da interação genótipos x ambientes, sendo necessária avaliações em mais de um ambiente. Além disso, recomendou que a seleção deve ser feita com base no comportamento médio das famílias, pois proporciona maiores ganhos com a seleção em relação àqueles obtidos com base na seleção no ambiente individual.

Estudando a interação entre híbridos de melão rendilhado nas condições de Jaboticabal-SP, Gusmão (2001) constatou que os híbridos mais produtivos apresentaram instabilidade para as características de produção, sendo ainda mais adaptados a ambientes favoráveis ou a todos os ambientes. Ainda de acordo com estes autores, a estabilidade variou entre híbridos para o peso médio do fruto e diâmetro do fruto do meloeiro.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 AMBIENTES

Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Mossoró, Baraúna, Assu e Alto do Rodrigues, todos pertencentes ao Agroplo Mossoró-Assu, no Rio Grande do Norte. Em cada local foram desenvolvidos ensaios no período de agosto a outubro, nos anos de 2000, 2001 e 2002, totalizando doze ambientes (Tabela 1).

Tabela 1. Identificação, coordenadas geográficas, altitude, precipitação pluviométrica (PP), umidade relativa do ar (UR), temperatura máxima média (Tmax) e temperatura mínima média (Tmin) ao longo do período de realização dos experimentos em cada ambiente de avaliação. Mossoró-RN, 2000-2002.

Ambiente	Local	Ano	Coordenadas geográficas	Tipo de solo ⁽¹⁾	Alt. (m)	PP (mm)	UR (%)	Tmax (°C)	Tmin (°C)
MO-00	Mossoró	2000	5°11'S, 37°21'W	Latossolo Vermelho eutrófico	18	60,0	60,2	32,3	25,5
MO-01		2001	5°11'S, 37°21'W	Latossolo Vermelho eutrófico		0,0	63,4	31,2	24,4
MO-02		2002	5°11'S, 37°21'W	Latossolo Vermelho eutrófico		0,0	63,4	30,2	26,4
BA-00	Baraúna	2000	5°05'S, 37°38'W	Neossolo Quartzarenico	94	39,8	61,2	34,2	21,2
BA-01		2001	5°05'S, 37°38'W	Neossolo Quartzarenico		2,0	64,2	29,8	24,1
BA-02		2002	5°05'S, 37°38'W	Neossolo Quartzarenico		41,2	63,5	31,2	26,1
AS-00	Assu	2000	5°34'S, 36°54'W	Cambissolo Háplico	27	85,8	64,2	30,4	22,3
AS-01		2001	5°34'S, 36°54'W	Cambissolo Háplico		7,0	62,3	30,8	24,1
AS-02		2002	5°34'S, 36°54'W	Cambissolo Háplico		2,1	64,3	30,5	21,2
AR-00	Alto do Rodrigues	2000	5°21'S, 36°53'W	Podzólico Vermelho-Amarelo	13	59,7	62,5	31,7	21,3
AR-01		2001	5°21'S, 36°53'W	Podzólico Vermelho-Amarelo		0,0	53,8	33,2	22,3
AR-02		2002	5°21'S, 36°53'W	Podzólico Vermelho-Amarelo		0,0	54,6	34,1	25,1

3.2 MATERIAL GENÉTICO

Foram avaliados os seguintes híbridos simples, andromonóicos, de melão do tipo Galia: GPS 400, DRG 1531, DRG 1537, Solarbel, Solar King, Galileu, Supra, Num 1502 e Arava.

3.3 CONDUÇÃO EXPERIMENTAL

Em todos os ambientes, a cultura foi irrigada por gotejamento, com fertirrigação, no espaçamento de 2,0 m entre linhas e 0,5 m entre gotejadores. O volume de água aplicado foi de aproximadamente 300 m³/ha durante o ciclo da cultura. Os fertilizantes foram aplicados de acordo com as recomendações baseadas na análise do solo (Tabela 2). As demais práticas culturais foram realizadas conforme a recomendação de manejo para a cultura no estado (NUNES et al., 2004).

Tabela 2. Informações relativas ao plantio, adubação e tratos culturais nos ambientes de avaliação. Mossoró-RN, 2000-2002.

Amb.	Plantio ¹	Adubação de fundação (ha)	Nº de Capinas	Aplicação de Defensivos	Viragem dos frutos	Colheita (Dias)
MO-00	TM	12 t de esterco bovino, 400 kg KCl, 120 kg uréia, 300 kg K ₂ O, 90 kg P ₂ O ₅	2	Sim	Não	62
MO-01	TM	12 t de esterco bovino, 450 kg KCl, 120 kg uréia, 300 de K ₂ O, 90 P ₂ O ₅	2	Sim	Não	68
MO-02	TM	12 t esterco bovino	2	Sim	Sim	70
BA-00	SD	8 t de esterco bovino, 500 kg KCl, 90 kg de uréia, 250 kg K ₂ O, 120 kg P ₂ O ₅	3	Sim	Sim	68
BA-01	TM	6 t de esterco bovino, 560 kg KCl , 90 kg uréia, 250 kg K ₂ O, 120 kg P ₂ O ₅	2	Sim	Não	61
BA-02	SD	(-) ²	2	Sim	Não	63
AS-00	SD	10 t de esterco bovino, 450 kg KCl, 120 kg uréia, 450 kg K ₂ O, 120 kg P ₂ O ₅ , 100 kg Ca	3	Sim	Sim	66
AS-01	SD	(-) ²	2	Sim	Sim	68
AS-02	SD	8 t de esterco bovino, 450 kg KCl, 120 kg uréia, 450 kg K ₂ O, 120 kg P ₂ O ₅	2	Sim	Não	64
AR-00	SD	12 t de esterco bovino	2	Sim	Não	63
AR-01	SD	8 t de esterco bovino	2	Não	Não	65
AR-02	SD	(-) ²	3	Sim	Não	61

¹ TM: Transplântio de mudas após a semeadura em bandejas de poliestireno; SD: Semeadura direta em campo.

² (-): Não aplicável ou informação não disponível.

(MO-00: Mossoró, 2000; MO-01, Mossoró, 2001; MO-02, Mossoró, 2002; BA-00: Baraúna, 2000; BA-01, Baraúna, 2001; BA-02, Baraúna, 2002; AS-00: Assu, 2000; AS-01, Assu, 2001; AS-02, Assu, 2002; AR-00: Alto do Rodrigues, 2000; AR-01, Alto do Rodrigues, 2001; AR-02, Alto do Rodrigues, 2002).

3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Os experimentos foram realizados em blocos completos casualizados com quatro repetições. A parcela foi constituída por duas linhas de 5,0 metros de comprimento, contendo cada uma 20 plantas. A área útil foi formada pelas 16 plantas centrais das linhas.

As características avaliadas foram:

a) Produtividade total: obtida através de pesagens de todos os frutos provenientes da área útil da parcela, expresso em $t\ ha^{-1}$;

b) Teor de sólidos solúveis: para determinação do teor de sólidos solúveis totais, cortou-se uma fatia do fruto e aplicou-se uma pressão manual até que gotas do suco fossem depositadas em um refratômetro digital para a leitura. Esse procedimento foi realizado três vezes em cada fruto e posteriormente tomou-se a média dessas observações. A metodologia de pressão manual da fatia do fruto colhido é o método utilizado pelos produtores para determinar o teor de sólidos solúveis. Os resultados foram expressos em porcentagem de graus brix. Para as medições do teor de sólidos solúveis foram amostrados oito frutos por parcela.

3.5. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

3.5.1. Análises de variância

Inicialmente foram realizadas as análises de variância para cada ambiente (Tabela 3), conforme o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ik} = \mu + h_i + b_k + e_{ik}$$

em que:

y_{ik} : observação da parcela que recebeu o híbrido i no bloco k ;

μ : efeito fixo da média geral do experimento, sendo $E[\mu]=\mu$ e $Var[\mu]=0$;

h_i : efeito fixo do híbrido i , sendo $i=1, 2, \dots, I$;

b_k : efeito aleatório do bloco k , sendo $k=1, 2, \dots, K$ e $b_k \cap NID(0, \sigma_B^2)$;

e_{ik} : efeito aleatório do erro experimental associado à observação y_{ik} , sendo $e_{ik} \cap \text{NID} (0, \sigma^2)$;

Tabela 3. Esquema da análise para cada ambiente analisado.

FV	GL	QM	F
Blocos	K-1	Q ₁	
Híbridos	I-1	Q ₂	Q ₂ /Q ₃
Erro	(K-1)(I-1)	Q ₃	

Realizadas as análises de variância para cada ambiente, procedeu-se à análise conjunta (Tabela 4), conforme o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ijk} = \mu + b_{(j)k} + a_j + h_i + (ha)_{ij} + e_{ijk}$$

em que:

y_{ijk} : observação da parcela que recebeu o híbrido i no bloco k, no ambiente j;

μ : efeito fixo da média geral do experimento, sendo $E[\mu]=\mu$ e $\text{Var}[\mu]=0$;

$b_{(j)k}$: efeito aleatório do bloco k dentro do ambiente j, sendo $k=1,2, \dots, K$ com $b_{(j)k} \cap \text{NID} (0, \sigma^2_{B/A})$;

a_j : efeito aleatório do ambiente j; sendo $j=1,2, \dots, J$ com $a_j \cap \text{NID} (0, \sigma^2_A)$;

h_i : efeito fixo do híbrido i, sendo $i=1, 2, \dots, I$ com $h_i \cap \text{NID} (0, \sigma^2_C)$;

$(ha)_{ij}$: efeito fixo da interação do híbrido i com o ambiente j, sendo $ha_{ij} \cap \text{NID} (0, \sigma^2_{HA})$;

e_{ijk} : efeito aleatório do erro experimental médio associado à observação y_{ijk} , sendo $e_{ijk} \cap \text{NID} (0, \sigma^2)$;

Tabela 4. Esquema da análise conjunta de variância para todos os ambientes avaliados.

CV	GL	QM	F
Blocos/Locais	J (K-1)	Q ₄	
Ambiente (A)	(J-1)	Q ₅	Q ₅ /Q ₄
Híbrido (C)	(I-1)	Q ₆	Q ₆ /Q ₇
A x C	(J-1)(I-1)	Q ₇	Q ₇ /Q ₈
Erro médio	J(K-1)(I-1)	Q ₈	

3.5.2 Decomposição da Interação Híbridos x Ambientes

Para decompor a interação híbridos x ambientes nas partes simples e complexa foram realizadas análises de variâncias com os ambientes dois a dois, em um total de 66 análises de variâncias.

Foi utilizada a metodologia proposta por Cruz e Castoldi (1991). Para estimação das partes simples e complexa foi utilizada a seguinte expressão:

$$QM_{CA} = [(\sqrt{Q_j} - \sqrt{Q_{j'}})^2 / 2 + k \cdot \sqrt{Q_j Q_{j'}}] + [(\sqrt{(1-r)^3} Q_j Q_{j'})]$$

Parte Simples
Parte Complexa

em que:

QM_{HA} : Quadrado médio da interação híbridos x ambientes;

Q_j e $Q_{j'}$: Quadrados médios do efeito de híbridos nos ambientes j e j' ;

r : Coeficiente de correlação genética entre os híbridos nos ambientes j e j' ;

O valor de k é obtido pela seguinte expressão: $k = 1 - r - \sqrt{(1-r)^3}$. A análise de decomposição da interação híbridos x ambientes foi realizada no programa GENES (CRUZ, 1997).

3.5.3 Estimação dos Parâmetros de Adaptabilidade e Estabilidade

A estimação dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foi feita conforme os modelos propostos por Toler (1990), Wricke (1965) e AMMI (YAN et al, 2007).

3.5.3.1 Método de Toler (1990)

Empregou-se o método de mínimos quadrados sob modelos não lineares utilizando

o algoritmo de Gauss Newton modificado. Para análise foi utilizado o programa desenvolvido por Ferreira e Zambalde (1997).

O modelo 1 de Toler (1990), o qual prevê um comportamento linear dos híbridos frente às variações ambientais é o seguinte:

$$y_{ij} = \alpha_i + \beta_i \mu_j + \delta_{ij} + e_{ij}$$

em que:

y_{ij} : resposta média do híbrido i no ambiente j , sendo $i= 1, 2, \dots, I$ e $j=1,2, \dots, J$;

α_i : desempenho médio do híbrido i ;

β_i : coeficiente de sensividade de resposta do híbrido i no ambiente;

μ_j : efeito do ambiente j ;

δ_{ij} :desvio da regressão para o híbrido i no ambiente j ;

e_{ij} :erro experimental médio

Esse modelo exige as restrições $\sum_{i=1}^I \beta_i = I$ e $\sum_{j=1}^J \mu_j = 0$.

O modelo 2 proposto por Toler (1990), bissegmentado, é o seguinte:

$$y_{ij} = \alpha_i + [\beta_{1i} Z_j + \beta_{2i} (1 - Z_i)] \mu_j + \delta_{ij} + e_{ij}$$

em que:

y_{ij} : resposta média do híbrido i no ambiente j , sendo $i= 1, 2, \dots, I$ e $j=1,2, \dots, J$;

α_i : intercepto de resposta do híbrido i , sendo $i=1,2, \dots, I$;

β_{1i} : coeficiente de sensividade do híbrido i em ambientes desfavoráveis;

β_{2i} : coeficiente de sensividade do híbrido i em ambientes favoráveis;

μ_j : efeito do ambiente j , sendo $j= 1,2, \dots, J$;

Z_j : variável binária que assume valor 0 quando $\mu_j \leq 0$ e 1 quando $\mu_j > 0$. As restrições

impostas a esse modelo são: $\sum_{i=1}^I \beta_{1i} = \sum_{i=1}^I \beta_{2i} = I$ e $\sum_{j=1}^J \mu_j = 0$.

Ajustados os modelos 1 e 2, foi aplicado o critério de classificação dos híbridos de acordo com o padrão resposta em relação aos ambientes, os quais estão apresentados abaixo:

Grupo	Critério
A	Rejeita-se a hipótese $\beta_1 = \beta_2$ e aceita-se $\beta_1 < 1 < \beta_2$
B	Aceita-se a hipótese $\beta_1 = \beta_2$ e rejeita-se $H(\beta=1)$, sendo o comum $\beta > 1$
C	Aceita-se a hipótese $\beta_1 = \beta_2$ e aceita-se $H(\beta=1)$
D	Aceita-se a hipótese $\beta_1 = \beta_2$ e rejeita-se $H(\beta=1)$, sendo o comum $\beta < 1$
E	Rejeita-se a hipótese $\beta_1 = \beta_2$ e aceita-se $\beta_1 > 1 > \beta_2$

Os significados práticos dos cinco grupos são apresentados a seguir:

A: resposta convexa e duplo desejável,

B: resposta linear simples e desejável somente em ambientes de alta qualidade;

C: resposta linear simples não desviando da resposta média ;

D: resposta linear simples e desejável somente em ambientes de pobre qualidade;

E: resposta côncava e duplo indesejável.

Normalmente, nos modelos lineares de estabilidade, o coeficiente de determinação (R^2) é empregado para inferir sobre a estabilidade do genótipo. Nesse estudo, ele também será utilizado com esse propósito. Assim sendo, para o cálculo do R^2 foram utilizadas as médias da tabela de dupla entrada de híbridos e ambientes, gerando valores diferentes dos encontrados para os modelos lineares. Nesse caso particular, é recomendado o cálculo através do quadrado do coeficiente de correlação estimado entre os valores observados dos híbridos e os valores estimados pelo modelo não linear de estabilidade (ROSSE, 1999).

Também foi calculada a correlação de ordem de Spearman (CRUZ, 1997) para verificar a associação entre as estimativas dos parâmetros β_{1i} e β_{2i} . A fórmula do coeficiente de correlação de Spearman é dada por:

$$r_{s\beta_{1i}\beta_{2i}} = 1 - (6 \sum_{i=1}^I d_i^2) / (I^3 - I)$$

em que:

d_i : diferença entre a ordem de classificação do híbrido i , para a estimativa dos parâmetros β_{1i} e β_{2i} ;

I : número de híbridos avaliados.

O teste para verificar a hipótese $H(r_{s\beta_{1i}\beta_{2i}}=0)$ foi realizado pela estatística t, por meio da seguinte expressão, testando-a com I-2 graus de liberdade:

$$t = [r_{s\beta_{1i}\beta_{2i}} \cdot (I-2)] / [1 - (r_{s\beta_{1i}\beta_{2i}})^2]^{0,5}$$

Utilizou-se o programa Estabilidade (Versão 3.0 Build 13), desenvolvido no Departamento de Ciências Exatas da Universidade Federal de Lavras, para realizar todas as análises de estimação dos parâmetros de estabilidade.

3.5.3.2 Método de Wricke (1965)

O método de Wricke (1965) estima o parâmetro de estabilidade W_i , denominado de ecovalência. O estimador de W_i é dado pela seguinte expressão:

$$\hat{W}_i = \sum_{j=1}^k (Y_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..})^2$$

em que:

$\hat{W}_i$: estimador da ecovalência;

Y_{ij} : média do genótipo i no ambiente j;

$\bar{Y}_{i.}$: média do genótipo i nos k ambientes;

$\bar{Y}_{.j}$: média do ambiente j;

$\bar{Y}_{..}$: média geral dos ambientes.

3.5.3.3 Método AMMI (Modelo de efeitos Aditivos principais e interação Multiplicativa)

Foi utilizado o seguinte modelo conforme Duarte e Vencovsky (1999), considerando os efeitos de genótipos e ambientes como fixos:

$$y_{ij} = \mu + h_i + a_j + \sum_{k=1}^n \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk} + \rho_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

em que:

y_{ij} : média do híbrido i no ambiente j;

μ : média geral ;

h_i e a_j : efeitos do híbrido i e do ambiente j, respectivamente;

λ_k : valor singular k da matriz da interação G x E;

γ_{ik} e α_{jk} : valores singulares k correspondentes ao genótipo i e ambiente j, respectivamente;

ρ_{ij} : resíduo da interação G x E;

ε_{ij} : erro experimental médio;

n : número de componentes principais retidos no modelo.

A seleção do modelo AMMI (número de eixos) baseou-se no teste F de Gollob e de Cornelius a 1% de probabilidade (OLIVEIRA et al., 2003).

As coordenadas de genótipos e de ambientes nos eixos principais da interação (IPC) foram representadas em um gráfico biplot, o qual descreve a estabilidade e a adaptabilidade dos genótipos nos ambientes de avaliação.

Todos esses métodos e as análises no programa SAS são descritos em detalhes por Duarte e Vencovsky (1999).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado efeito significativo de híbridos, de ambientes e da interação entre esses fatores para as características produtividade e teor de sólidos solúveis (Tabela 5). De acordo com estes resultados, constatou-se a heterogeneidade entre os ambientes, bem como variabilidade genética entre os genótipos estudados.

Tabela 5. Resumo da análise de variância conjunta e da análise dos efeitos aditivos principais e interação multiplicativa para a produtividade de frutos e teor de sólidos solúveis de nove híbridos de melão Galia avaliados em doze ambientes do Agropólo Mossoró-Assu. Mossoró-RN, 2000-2002.

FV	GL	Quadrados Médios (Características)	
		Produtividade (t ha ⁻¹)	Sólidos solúveis totais (%)
Bloco(Ambiente)	24	26,2050 ^{ns}	2,1973 ^{ns}
Ambiente (A)	11	919,6402 ^{**}	46,3746 ^{**}
Híbrido (H)	8	222,7621 ^{**}	7,1776 ^{**}
A x H	88	31,5280 ^{**}	4,7564 ^{**}
IPCA 1	18	75,5775 ^{**}	16,3414 ^{**}
		(49,03%) ¹	(70,27%) ¹
Resíduo _(AMMI 1)	70	20,2010 ^{ns}	1,7774 ^{ns}
IPCA 2	16	34,9947 ^{ns}	2,9737 ^{ns}
		(20,18%) ¹	(81,64%) ¹
Resíduo _(AMMI 2)	54	15,8177 ^{ns}	1,4230 ^{ns}
IPCA 3	14	29,0762 ^{ns}	2,0463 ^{ns}
		(14,67%) ¹	(88,49%) ¹
Resíduo _(AMMI 3)	40	11,1772 ^{ns}	1,2048 ^{ns}
Erro médio	192	20,4900	1,4700
Média		27,21	11,34
CV(%)		16,65	10,71
Simple (%)		35,29	44,31
Complexa (%)		64,71	55,69

¹ Porcentagem da soma de quadrados da interação genótipos x ambientes captada pelo IPC (componente principal da interação). ^{ns}: Não significativo. ^{**}: Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F_R.

A interação entre híbridos e ambientes indica comportamento inconsistente dos híbridos nos ambientes de avaliação (RAMALHO et al., 1993). A interação genótipos por

ambientes foi constatada em ensaios de avaliação de híbridos de melão amarelo realizados em municípios do agropolo Mossoró-Assu (GURGEL et al., 2005, NUNES et al., 2006). A ocorrência da interação evidencia a necessidade de avaliação dos genótipos em vários ambientes para que se tenha maior segurança na recomendação dos melhores genótipos.

Verificou-se predomínio da parte complexa da interação (Tabela 5). A quantificação das partes simples e complexa que compõem a interação é importante porque informa ao melhorista sobre o grau de dificuldade no momento da seleção ou recomendação de cultivares (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). Quando há predomínio da parte simples, o trabalho do pesquisador é facilitado, pois a classificação genotípica não se altera. Por outro lado, quando a parte complexa é mais expressiva, a recomendação é dificultada, pois há genótipos que são bem adaptados a ambientes específicos (CRUZ; REGAZZI, 1994). Neste aspecto, os resultados obtidos neste trabalho corroboram com os resultados obtidos por Nunes et al. (2006), que avaliaram híbridos de melão amarelo no Agropolo Mossoró-Assu, e com Silva (2006) que avaliou famílias de melão Galia em quatro municípios do Rio Grande do Norte.

Não obstante, a interação genótipos x ambientes pode ser explorada pelo melhorista por meio da seleção de determinados genótipos para determinado ambiente ou região, capitalizando-a, e, por consequência, aumentando o valor fenotípico do caráter. No caso específico do meloeiro cultivado no Agropolo Mossoró-Assu, em razão da pouca integração entre os próprios produtores, tal estratégia é inviável. Vale ressaltar que mesmo com predominância da parte complexa, é possível identificar materiais produtivos e com adaptação ampla (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992).

Em estudos de adaptabilidade e estabilidade, os procedimentos mais empregados são aqueles que utilizam a regressão. A metodologia de Toler (1990), utilizada neste trabalho, permite classificar o comportamento do genótipo em uni ou bissegmentado. Os genótipos com comportamento bissegmentado podem ser classificados nos grupos A ou E, dependendo das estimativas dos coeficientes β_{1i} e β_{2i} do modelo. Quando $\beta_{1i} < 1$ e $\beta_{2i} > 1$, o genótipo é classificado no grupo A, enquanto que o genótipo com $\beta_{1i} > 1$ e $\beta_{2i} < 1$, é classificado no grupo E.

Quando apenas um segmento de reta é suficiente para explicar o padrão de resposta do genótipo, os materiais genéticos podem ser classificados nos grupos B, C ou D, em função da estimativa do β_i comum. Se o valor for significativamente superior à unidade, o genótipo é agrupado em B. Se for inferior à unidade, classifica-o em D. Por fim, se a

estimativa é estatisticamente igual à unidade, o genótipo é classificado no grupo C.

Para a produtividade, somente os híbridos Solar King e Arava possuíram comportamento bi-segmentado (Tabela 6). O híbrido Solar King foi classificado no grupo E, enquanto que o Arava foi classificado no grupo A. Os demais híbridos, com comportamento uni-segmentado, foram agrupados nos grupos B (Supra, Num 1502), C (DRG 1537, Galileu e Solarbel) e D (GPS 400 e DRG 1531).

Tabela 6. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de doze híbridos de melão Galia, segundo o método de Toler (1990) e Ecovalencia (W_i), para as características produtividade e sólidos solúveis totais. Mossoró-RN, 2000-2002.

Cultivar	Média	β_{1i}	β_{2i}	$\beta_{2i} - \beta_{1i}$	β_i	Grupo	R^2	$W(\%)$
Produtividade ($t\ ha^{-1}$)								
GPS 400	23,72	0,71 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,71 [*]	D	86,80	9,14
DRG 1531	24,10	0,78 ^{ns}	0,30 ^{**}	-0,48 ^{ns}	0,53 ^{**}	D	82,27	14,18
DRG 1537	25,77	1,10 ^{ns}	0,91 ^{**}	-0,19 ^{ns}	0,99 ^{ns}	C	92,49	6,15
Solar King	26,36	1,87 ^{**}	0,52 ^{ns}	-1,55 ^{**}	0,99 ^{ns}	E	76,64	11,33
Galileu	27,56	1,22 ^{ns}	0,41 [*]	-0,81 ^{ns}	0,77 ^{ns}	C	79,22	12,29
Solarbel	27,22	0,52 ^{ns}	1,37 ^{ns}	0,86 ^{ns}	0,99 ^{ns}	C	91,91	8,91
Supra	29,82	1,88 ^{ns}	1,51 ^{**}	0,32 ^{ns}	1,37 ^{**}	B	96,63	11,86
Num 1502	30,12	0,76 ^{ns}	1,65 ^{**}	0,89 ^{ns}	1,26 [*]	B	98,43	7,30
Arava	30,29	0,87 ^{ns}	1,82 ^{**}	0,95 [*]	1,39 ^{**}	A	95,15	18,85
Teor de sólidos solúveis totais (%)								
GPS 400	10,75	-5,09 ^{**}	5,64 ^{**}	18,83 ^{**}	0,59 ^{**}	A	86,85	15,15
DRG 1531	10,83	-5,03 ^{**}	5,52 ^{**}	18,01 ^{**}	0,67 ^{**}	A	83,12	13,88
DRG 1537	11,05	-1,02 [*]	2,00 [*]	7,32 ^{**}	0,82 ^{**}	A	86,55	5,49
Solar King	11,10	0,47 ^{ns}	1,67 ^{ns}	12,67 ^{ns}	1,25 ^{**}	B	63,80	12,52
Galileu	11,60	2,76 ^{**}	-0,32 ^{**}	-3,08 ^{**}	1,10 ^{**}	E	88,23	5,89
Solarbel	11,18	4,75 ^{**}	-2,02 ^{**}	-6,75 ^{**}	1,14 ^{**}	E	83,92	3,46
Supra	11,78	3,08 ^{**}	0,27 ^{ns}	-2,81 ^{**}	1,44 ^{**}	E	90,96	8,92
Num 1502	11,87	2,88 ^{**}	-0,42 ^{**}	-3,30 ^{**}	0,89 ^{**}	E	93,01	20,25
Arava	11,87	3,04 ^{**}	-0,65 ^{**}	-3,69 ^{**}	0,89 ^{**}	E	94,26	14,44

^{ns}: Não significativo. * e **: Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de t.

Com relação ao teor de sólidos solúveis, apenas o híbrido Solar King apresentou um segmento de reta, sendo classificado no grupo B. Entre os híbridos com reta

bissegmentada, os híbridos GPS 400, DRG 1531 e DRG 1537 foram dispostos no grupo A, enquanto que os demais foram classificados no grupo E.

Os genótipos classificados no grupo E apresentam média elevada em ambientes pobres e não respondem à melhoria da qualidade ambiental, tendo, por isso, comportamento duplamente indesejável. Os genótipos do grupo A, se caracterizam por suportarem os ambientes abaixo da média e responderem a melhoria das condições do ambiente. O genótipo com essas propriedades é denominado de material com resposta duplo desejável, sendo recomendado para ambientes que utilizam baixa ou alta tecnologia.

No caso de genótipos com resposta explicada por apenas um segmento de reta, a interpretação da estimativa β comum é semelhante àquela dada por Eberhart e Russel (1966). Portanto, quando a estimativa for igual à unidade, os materiais terão ampla adaptação; quando for maior do que a unidade, os genótipos serão especificamente adaptados aos ambientes de alta qualidade e associados à alta responsividade; por último, quando for inferior à unidade, os genótipos serão adaptados aos ambientes inferiores e associados à baixa responsividade.

O híbrido DRG 1537 apresentou a menor ecovalência para a produtividade, enquanto que os híbridos Galileu, Solarbel e DRG 1537 possuíram as menores estimativas para ecovalência para o teor de sólidos solúveis. Quanto menor a ecovalência, menor é a contribuição do genótipo para a interação, e, por conseguinte, maior é a sua estabilidade.

Outra técnica que tem sido utilizada nos estudos de adaptabilidade e estabilidade é a técnica multivariada AMMI. Nessa técnica realiza-se a decomposição das fontes de variação em efeitos aditivos de genótipos e ambientes com posterior estudo dos efeitos multiplicativos da interação por meio de componentes principais, permitindo um maior detalhamento da soma de quadrados da interação (MA et al., 2004).

Pelo critério de Gollob e de F_R , o modelo selecionado, para as duas características, foi o AMMI 1, cujo resíduo não foi significativo (Tabela 5). Nesse caso, não é recomendável incluir os eixos remanescentes para explicar a interação, pois contem mais ruído do que padrão, dificultando a interpretação da adaptabilidade e da estabilidade. Outro resultado que corrobora com a decisão de não incluir novos eixos são as porcentagens da interação captadas pelo primeiro componente principal (IPC 1) de ambas as características. Para a produtividade o IPC 1 explicou 49,03% da interação, enquanto que para o teor de sólidos solúveis, 70,27%. Com efeito, na construção dos gráficos biplot serão consideradas a média e o escore do primeiro componente principal de cada híbrido, conforme Duarte e Vencovsky (1999).

Uma das vantagens da técnica AMMI é a representação gráfica, na qual são plotados os escores dos efeitos da interação para cada genótipo e para cada ambiente,

simultaneamente. A interpretação do gráfico é feita observando-se a magnitude e o sinal dos escores de genótipo e ambiente para os eixos da interação. Em um modelo AMMI 1, escores baixos, próximos a zero, são próprios de genótipos e ambientes que contribuem pouco para interação, sendo, portanto, considerados estáveis (FERREIRA et al., 2006).

Com relação à produtividade e o teor de sólidos solúveis, embora não tenha havido muita variação nos valores dessas características, destacaram-se os híbridos DRG 1537 e Solarbel como os mais estáveis (Figuras 1 e 2). Ressalta-se que esses híbridos apresentaram estimativas reduzidas de ecovalência, confirmando a sua reduzida participação na interação desses genótipos.

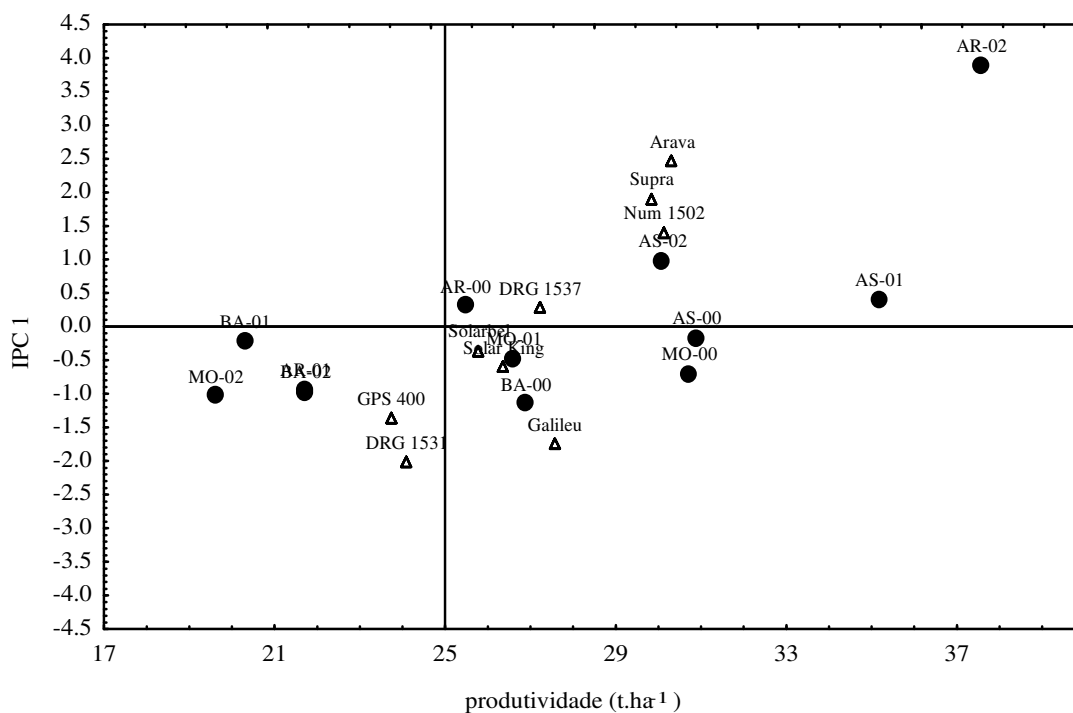


Figura 1. Biplot AMMI1: primeiro componente principal (IPC 1) x média da produtividade de 9 híbridos (Δ) de melão Galia avaliados em 12 ambientes ($\bullet$) do Agropolo Mossoró-Assu. (MO-00: Mossoró, 2000; MO-01, Mossoró, 2001; MO-02, Mossoró, 2002; BA-00: Baraúna, 2000; BA-01, Baraúna, 2001; BA-02, Baraúna, 2002; AS-00: Assu, 2000; AS-01, Assu, 2001; AS-02, Assu, 2002; AR-00: Alto do Rodrigues, 2000; AR-01, Alto do Rodrigues, 2001; AR-02, Alto do Rodrigues, 2002). Mossoró-RN, 2000-2002.

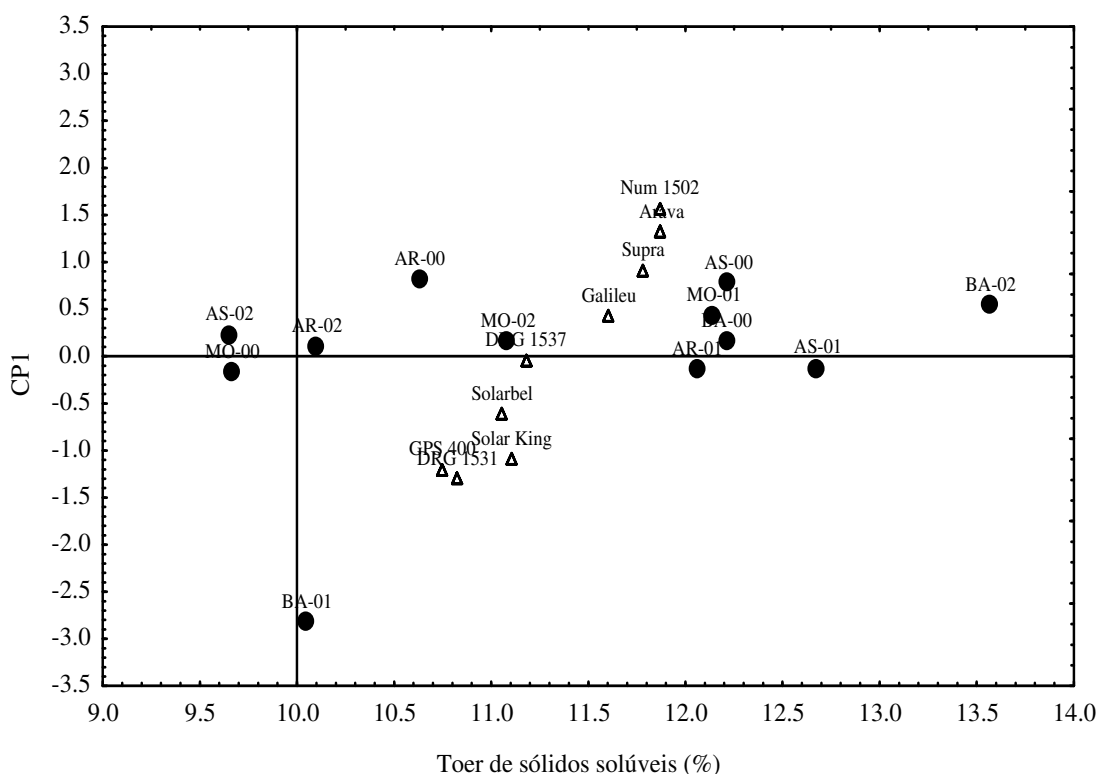


Figura 2. Biplot AMMI1: primeiro componente principal (IPC 1) x média do teor de sólidos solúveis de 9 híbridos (Δ) de melão Galia avaliados em 12 ambientes ($\bullet$) do Agropolo Mossoró-Assu. (MO-00: Mossoró, 2000; MO-01, Mossoró, 2001; MO-02, Mossoró, 2002; BA-00: Baraúna, 2000; BA-01, Baraúna, 2001; BA-02, Baraúna, 2002; AS-00: Assu, 2000; AS-01, Assu, 2001; AS-02, Assu, 2002; AR-00: Alto do Rodrigues, 2000; AR-01, Alto do Rodrigues, 2001; AR-02, Alto do Rodrigues, 2002). Mossoró-RN, 2000-2002.

Em estudos de estabilidade, a média é um parâmetro fundamental para a recomendação de um genótipo. Com relação à produtividade, os produtores enfatizam que para ter lucro na lavoura meloeira, é preciso superar a faixa de 25 t ha⁻¹ (PAIVA et al., 2002). Considerando esse limite mínimo, verificou-se que apenas os híbridos GPS 400 e DRG 1531 não atingiram o nível mínimo. Os destaques foram os híbridos Arava, Num 1502 e Supra (Tabela 6).

Quanto ao teor de sólidos solúveis, a comercialização com o mercado externo, exige valores entre 12 e 14%, todavia, na prática, frutos com valores entre 10 e 13% têm sido comercializados no porto de Natal (SALES JÚNIOR et al., 2004). Assim sendo, observando as médias dos híbridos, verifica-se que a situação é favorável, pois todos apresentaram valores dentro da faixa comercial.

Por fim, dentre os híbridos avaliados, para a produtividade, destacou-se o DRG 1537, considerado estável e, ou, de ampla adaptação de acordo com os três métodos

empregados. Concernente ao teor de sólidos solúveis, o híbrido DRG 1537 é considerado estável nos métodos AMMI e ecovalência, mas responsivo para o teor de sólidos conforme metodologia de Toler (1990). Em adição, possui média da produtividade superior a 25 t.ha⁻¹ e teor de sólidos solúveis superior de 11,05%. Por essas razões, seria o mais recomendado do grupo de híbridos avaliados.

A análise AMMI também permite estudar a contribuição dos ambientes para interação, auxiliando na seleção de locais de avaliação. Para a característica produtividade observou-se maior variação em relação aos híbridos, sendo os ambientes BA-01, AR-00 e AS-00 com os menores valores de IPC 1, os mais estáveis, enquanto que o ambiente AR-02 foi o mais instável, mesmo apresentando média elevada (Figura 1). De modo geral, considerando a amplitude e magnitude dos escores nos três anos, os locais mais estáveis foram Mossoró, Assu e Baraúna, enquanto que Alto do Rodrigues foi o mais instável. Assu foi o local de maior produtividade quando considerando a média dos três anos (Tabela 7).

Para o teor de sólidos solúveis a variação dos escores foi inferior aquela da produtividade (Figuras 1 e 2). Os ambientes mais estáveis foram MO-00, MO-02, BA-00, AS-01, AR-01 e AR-02, enquanto que os ambientes BA-01 e BA-02 foram os mais instáveis. Os locais Mossoró, Assu e Alto do Rodrigues foram mais estáveis em relação a Baraúna, o local de menor estabilidade.

A estabilidade ambiental informa sobre a confiabilidade no ordenamento dos genótipos num dado ambiente de avaliação, em relação a classificação para a média dos ambientes testados (OLIVEIRA et al, 2003). Assim sendo, considerando as duas características, os locais mais apropriados para testar híbridos de melão foram Assu e Mossoró. Nesses dois locais a classificação dos híbridos deve apresentar menor discordância em relação a média geral, produzindo ordenamento mais confiável para fins de recomendação.

Tabela 7. Médias preditas das características produtividade e teor de sólidos solúveis obtidos pelo modelo de efeitos aditivos principais e interação multiplicativa, considerando apenas o primeiro componente principal da interação (AMMI 1) de nove híbridos de melão Galia avaliados em 12 ambientes do Agropolo Mossoró-Assu. Mossoró-RN, 2000-2002.

Ambiente	Híbrido								Média	
	GPS 400	DRG 1531	DRG 1531	Solar King	Galileu	Solarbel	Supra	Num 1502		
Produtividade (t ha ⁻¹)										
MO-00 ⁽¹⁾	28,14	28,97	29,49	30,25	32,24	30,51	31,97	32,62	32,05	30,69
MO-01	23,73	24,42	25,3	26,00	27,75	26,45	28,28	28,82	28,48	26,58
MO-02	17,51	18,56	18,51	19,35	21,74	19,32	20,23	21,05	20,12	19,60
BA-00	24,95	26,07	25,83	26,7	29,22	26,56	27,29	28,17	27,11	26,88
BA-01	17,09	17,61	18,92	19,56	21,01	20,23	22,47	22,89	22,82	20,29
BA-02	19,52	20,53	20,59	21,42	23,72	21,44	22,46	23,24	22,38	21,7
AS-00	27,59	28,07	29,49	30,11	31,48	30,84	33,18	33,57	33,56	30,88
AS-01	31,11	31,22	33,58	34,06	34,78	35,29	38,56	38,66	39,26	35,17
AS-02	25,25	24,97	28,3	28,64	28,7	30,37	34,59	34,39	35,61	30,09
AR-00	21,55	21,72	23,91	24,42	25,26	25,55	28,65	28,8	29,29	25,46
AR-01	19,47	20,44	20,58	21,4	23,65	21,46	22,55	23,32	22,5	21,71
AR-02	28,78	26,61	34,78	34,39	31,12	38,66	47,61	45,97	50,26	37,57
Média	23,72	24,1	25,77	26,36	27,56	27,22	29,82	30,12	30,28	27,22
Teor de sólidos solúveis totais (%)										
MO-00	9,28	9,38	9,48	9,62	9,86	9,51	9,94	9,93	9,97	9,66
MO-01	11,02	11,06	11,58	11,43	12,59	11,96	12,98	13,36	13,24	12,14
MO-02	10,30	10,37	10,69	10,68	11,41	10,92	11,66	11,86	11,81	11,08
BA-00	11,42	11,49	11,82	11,80	12,54	12,05	12,79	12,99	12,95	12,21
BA-01	12,83	13,21	11,48	12,88	9,11	10,01	7,90	6,16	6,85	10,05
BA-02	12,33	12,36	12,95	12,74	14,07	13,39	14,50	14,95	14,81	13,57
AS-00	10,70	10,70	11,45	11,14	12,82	12,03	13,37	13,97	13,78	12,22
AS-01	12,24	12,33	12,47	12,58	12,90	12,54	13,02	13,03	13,06	12,68
AS-02	8,78	8,84	9,22	9,16	10,02	9,49	10,31	10,56	10,50	9,65
AR-00	9,06	9,05	9,84	9,50	11,25	10,44	11,82	12,45	12,24	10,63
AR-01	11,64	11,74	11,86	11,98	12,27	11,91	12,38	12,38	12,41	12,06
AR-02	9,38	9,45	9,74	9,75	10,42	9,94	10,64	10,81	10,78	10,10
Média	10,75	10,83	11,05	11,10	11,60	11,18	11,78	11,87	11,87	11,34

⁽¹⁾ (MO-00: Mossoró, 2000; MO-01, Mossoró, 2001; MO-02, Mossoró, 2002; BA-00: Baraúna, 2000; BA-01, Baraúna, 2001; BA-02, Baraúna, 2002; AS-00: Assu, 2000; AS-01, Assu, 2001; AS-02, Assu, 2002; AR-00: Alto do Rodrigues, 2000; AR-01, Alto do Rodrigues, 2001; AR-02, Alto do Rodrigues, 2002).

5 CONCLUSÕES

- A parte 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;
- Por ser estável, produtivo e ter elevado teor de sólidos solúveis, o híbrido DRG 1537 foi o mais promissor para cultivo no Agropolo Mossoró-Assu;
- Os locais mais estáveis para avaliação das características produtividade e teor de sólidos solúveis, foram Assu e Mossoró.

REFERÊNCIAS

ALLARD, R.W.; BRADSAW, A.D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, v. 4, n.5 , p. 503-508, Sept./Oct. 1964.

BECKER, H. C.; LÉON, J. Stability analysis in plant breeding. **Plant Breeding**, Berlim, v.101, n.1, p.1-23, Apr. 1988.

BECKER, H.C. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. **Euphytica**, Wageningen, v.30, n. 3, p. 835-840, Jan. 1981.

CROSSA, J. Statistical analysis of multilocations trials. **Advances in Agronomy**, New York, v.44, p.55-85, 1990.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: Aplicativo computacional em Genética e Estatística**. Viçosa: UFV, 1997. 442p.

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.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 1994. 390p.

CRUZ, C.D.; TORRES, R.A. ; VENCOSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, n.3, p. 567-580, Apr./June. 1989.

DUARTE, J.B.; VENCOSKY, R. **Interação genótipo x ambiente: ma introdução à análise “AMMI”**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1999. 60p.

EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v.6, n.1, p.36-40, 1966.

FERREIRA, D.F.; DEMETRIO, C.G.B.; MANLY, B.F.J.; MACHADO, A.A.; VENCOVSCK, R. Stastical models in agriculture: biometrical methods for evaluating phenotypic stability in plant breeding. **Cerne**, v. 12, n. 4, p. 373-388, 2006.

FERREIRA, D. F. ; ZAMBALDE, A. L. . Simplificação das análises de algumas técnicas especiais da experimentação agropecuária no Mapgem e softwares correlatos. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Informática Aplicada a Agropecuária e Agroindústria, 1997, Belo Horizonte/MG, **Anais. Agrosoft'97**, 1997. v. 1. p. 54-60.

FINLAY, K.W.; WILKISON, G.N. The analysis of adaptation in a plant – breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 14, n. 6, p. 742-754, 1963.

FOX. P.N.; CROSSA, J.; ROMAGOSA, I. Multi-environment testing and genotype x environment interection. In: Kempton, R.A.; Fox, P. N. (Ed). **Statistical Methods for plant variety evaluation**. New York: Chapman and Hall, 1997. Cap. 8, p.117-138.

GAUCH JR, H. G.; ZOBEL, R. W. AMMI analysis of yield trials. In: Kang, M. S. ; Gauch, H. G.(Ed.). **Genotype-by-enveronment interaction**. New York: CRC Press, 1996. 416p.

GAUGH JR, H.G. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. **Crop Science**, v. 46, n. 3., p. 1488-1500, 2006.

GOLLOB, H. F. A statistical model which combines features of factor analytic and analysis of variance techniques. **Psychometrika**, Baltimore, v. 33, n. 1, p.73-115,1968.

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**, v. 52, v. 299, p. 115-123, 2005.

GUSMAO, J.R. **Interação genótipos por ambientes em melão avaliado em ambiente protegido**. 2001. 98p. Dissertação (Mestrado) – UNESP, Jaboticabal.

HEINRICH, G.M.; FRANCIS, C.A.; EASTIN, J.D. Stability of grain sorghum yield components across diverse environments. **Crop Science**, v.23, n.2, p. 209-212, 1983.

KANG, S. K. Using genotype-by-environment interaction for crop cultivar development. **Advances in Agronomy**, New York, v. 62, p. 199-252, 1998.

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

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

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.

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, Sept./Oct. 1986.

MANDEL, J. A new analysis of variance model for non-additive data. **Technometrics**, v.13, n.1, p. 1-18, 1971.

M.A., B.L.; YAN, W.; DWYER, L.M.; FREGEAU-RIDER, J.; VOLDENG, H.D.; DION, Y.; NASS, H. Graphic analysis of genotype, environmental, nitrogen fertilizer, and their interactions on spring wheat yield. **Agronomy Journal**, n. 96, n.1, p. 169-180, 2004.

MARIOTTI, J.A.; OYARZABAL, E. S.; OSA, J.M.; BULACIO, A.N.R.; ALMADA, G.H. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genótipos de caña de azucar. I. Internacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronomica del Noroeste Argentino**, Tulcaman, v. 13, n. 1/4, p. 105-127, Jan. 1976.

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**, v.8, n.1, p.49-58, 2002.

NUNES, G. H. S.; SANTOS JÚNIOR, J.J.S.; VALE, F.A.; BEZERRA NETO, F.; ALMEITA, A. H. B.; MEDEIROS, D. C. Aspectos produtivos e de qualidade de híbridos de melão cultivados no agropolo Mossoró-Assu . **Horticultura Brasileira**, v.22, n.4, p.744-747, 2004.

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

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.

OLIVEIRA, A. B.; DUARTE, J.B. PINHEIRO, J. B. Emprego da análise AMMI na avaliação da estabilidade produtiva em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. V.38, n.3, p.357-364, mar.2003.

PAIVA, W.O.; FILGUEIRAS, H.A.C.; LIMA, J.A.A.; BUSO, G.S.C.; BUSO, J.A. **Melão Tupã: origem e melhoramento genético**. Documentos - EMBRAPA, Brasília, N. 55, 39 p., 2002.

PIEPHO, H. P. Robustness of statistical test for multiplicative terms in the additive main effects and multiplicative terms in the additive main effects and multiplicative interaction model for cultivar trial. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 90, n. 3/4, p.438-443. 1995.

RAMALHO, M.A P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M.J. **Genética Quantitativa em plantas autógamas**. Goiânia: UFG, 1993. 272p. 1993.

REZENDE, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2002. 975p.

ROMAGOSA, I.; FOX, P.N. Genotype x environment interactions and adaptation. In: HAYWARD, M.D.; BOSEMARK, N.O .; ROMAGOSA, I (eds.). **Plant breeding: principles and prospects**. London: Chapman & Hall, 1993. chapter 20, p. 375-390.

ROSSE, L.N. **Modelo de regressão não-linear aplicado na avaliação da estabilidade fenotípica em plantas**. 1999. 179p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba.

SALES JÚNIOR, R.; SOARES, S.P.F.; AMARO FILHO, J.; NUNES, G.H.S.; MIRANDA, V.S. Qualidade do melão exportado pelo porto de Natal. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n.1, p.98-100, 2004.

SALES JUNIOR, Rui ; DANTAS, Flavio Fernandes ; SALVIANO, Alessandra Monteiro ; NUNES, Glauber Henrique de Souza . Qualidade do melão exportado pelo porto de Natal-RN. **Ciência Rural**, Santa Maria -RS, v. 36, n. 1, p. 286-289, 2006.

SILVA, J.G.C.; BARRETO, J.N. Aplicação da regressão linear bissegmentada em estudos de interação genótipo x ambiente. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1., 1985, Piracicaba. **Anais ...** Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 49-50.

SILVA, J.M. **Interação genótipos x ambientes na avaliação de famílias de melão Galia no Agropolo Mossoró-Assu**. 2006. 53p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró.

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

STAUB, J. E.; DANIN-POLEG, Y.; FAZIO, G.; HOREJSI, T.; REIS, N.; KATZIR, N. Comparative analysis of cultivated melon groups (*Cucumis melo* L.) using random amplified polymorphic DNA and simple sequence repeat markers. **Euphytica**, Dordrecht, v. 115, p. 225-241. 2000.

TOLER, J.E. **Patterns of genotypic performance over enviromental arrays**. 1990. 154p. Thesis (Ph. D.) - Clemson University, Clemson.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto-SP: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486p.

VENCOVSKY, R.; TORRES, R.A.A. Estabilidade geográfica e temporal de algumas cultivares de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., Belo Horizonte, 1988. **Anais**. Belo Horizonte: EMBRAPA, CNPMS, 1988. p. 249-300.

VERMA, M.M.; CHAHAL, C.S.; MURTY, B.R. Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 53, n.1, p. 89-91, Jan. 1978.

WRICKE, G. Zur berechning der okovalenz bei sommerweizen und hafer. **Pflanzenzuchtung**, v. 52, n.1, p. 127-138, 1965.

YAN, W.; KANG, M.S.; MA, B.; WOODS, S.; CORNELIUS, P.L. **Crop Science**, v. 47, v. 2, p. 643-655, 2007.

YATES, F.; COCHRAN, W.G. The analysis of groups of experiments. **The Journal of Agricultural Science**, v.28, n.4, p.556-580, 1938.

ZOBEL, R. W.; MADISON, J. W.; GAUCH Jr, H. Statistical analysis of a yield trial. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, n.3, p. 388- 393, May/June. 1988.