



IZAIAS DA SILVA LIMA NETO

**INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE NA REAÇÃO
DE PROGÊNIES DE MELANCIA À ALTERNARIOSE NO
SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**

MOSSORÓ-RN

2009

IZAIAS DA SILVA LIMA NETO

**INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE NA REAÇÃO DE
PROGÊNIES DE MELANCIA À ALTERNARIOSE NO SUBMÉDIO
SÃO FRANCISCO**

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

ORIENTADOR:

Prof. PhD MANOEL ABILIO DE QUEIRÓZ

MOSSORÓ-RN

2009

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

L731i Lima Neto, Izaías da Silva.
Interação genótipo x ambiente na reação de progênies de
melancia à alternariose no Submédio São Francisco / Izaías da
Silva Lima Neto. – Mossoró, 2009.
73f.: il

Dissertação (Mestrado em Fitotecnia - Área de
Concentração Práticas Culturais e Melhoramento Genético) –
Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de
Pós-Graduação.
Orientador: Prof. PhD. Manoel Abilio de Queiróz.

1.*Citullus lanatus*. 2.Melhoramento de melancia.
3.*Alternaria cucumerina*. I.Título.

CDD: 635.615

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa
CRB/4 1254

IZAIAS DA SILVA LIMA NETO

**INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE NA REAÇÃO DE
PROGÊNIES DE MELANCIA À ALTERNARIOSE NO SUBMÉDIO
SÃO FRANCISCO**

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

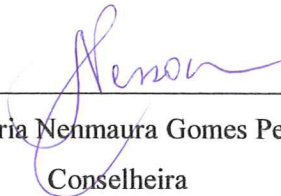
APROVADA EM: 03 / 07 / 2009



Prof. PhD. Manoel Abilio de Queiróz – UNEB/UFERSA
Orientador



Prof. D. Sc. Glauber Henrique de Sousa Nunes – UFERSA
Conselheiro



Prof. D. Sc. Maria Nenmaura Gomes Pessoa – UFC
Conselheira

Aos meus avós maternos e paternos, em nome de
Isaías da Silva Lima (*In memoriam*),
Com quem aprendi a amar a vida do campo,

Dedico

Ao meu Pai Adeflor Rodrigues da Cruz,
Minha Mãe Maria Zélia da Silva Lima
e meus queridos Irmãos,
Fábio Júnior Rodrigues Lima e
Patrícia Rodrigues Lima

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A DEUS, supremo criador, por ter me feito conhecer um Amigo invisível, Aquele que é Forte, Poderoso, Companheiro, que está conosco há todas as horas, nos permite viver milagres que é melhor do que qualquer aventura, aquele que acima de tudo é Leal, é perfeito: JESUS CRISTO.

E por ter me feito conhecer também um Amigo visível, humano, bondoso, companheiro, compreensivo e, além disso, meu “Pai Científico”, Professor Manoel Abilio de Queiróz, com quem tenho aprendido lições que me fazem um ser humano melhor... Com o seu exemplo passei a ver a ciência e a vida com outros olhos.

À minha família, em especial, ao meu Pai, minha Mãe, meus queridos irmãos e todos os tios e primos pelo apoio incondicional, incentivo constante e por compreenderem a minha ausência. Amo vocês!

Ao CNPq pela concessão de bolsa de estudos;

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, pela oportunidade em cursar o Mestrado e aos Coordenadores Francisco Cláudio Lopes de Freitas (gestão atual) e Francisco Bezerra Neto (gestão anterior) pela seriedade com a qual conduzem o Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.

Aos nobres professores do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido... Profissionalmente levarei um pouco de cada um de vocês!

À Universidade do Estado da Bahia (UNEB/DTCS) e Embrapa Semi-Árido pela parceria e apoio concedido na execução da pesquisa;

Ao Projeto de Apoio ao Desenvolvimento de Tecnologias Agropecuárias para o Brasil (PRODETAB), pelo apoio financeiro à execução da pesquisa;

Aos professores conselheiros Glauber Henrique de Sousa Nunes (UFERSA) e Maria Nenmaura Gomes Pessoa (UFC), pela honra da participação na Banca Examinadora e pelas valiosas sugestões na melhoria desse trabalho;

Aos amigos do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em nome de Patrício e Carmem, companheiros de luta e de caminhada!

Aos amigos e “irmãos científicos” Lindomar, Luciene, Ronaldo, Márcia, Aline, Oscar, Carla, Rodrigo. Muito obrigado pela ótima convivência e companheirismo.

À professora Ana Rosa Peixoto, pelas orientações e atenção dispensada nos trabalhos fitopatológicos.

Aos colegas Marcondes Araújo da Silva e Ivanildo Viana Borges, pelo companheirismo e contribuições prestadas nos trabalhos fitopatológicos.

Aos Senhores Girberto e Joelson, pelas inestimáveis contribuições nas atividades de campo.

À Senhora Alcindélia Pereira da Silva (*In memoriam*) e toda a sua família, por ter me recebido em sua residência em Mossoró-RN como filho, mesmo sem nunca ter me visto antes... Obrigado pela confiança e pelo cuidado.

Aos amigos Filipe Gomes de Araújo e Alfredo Henrique, pelos momentos de alegria e descontração vividos no “País de Mossoró”.

Aos amigos de pensionato, da faculdade de agronomia do DTCS/UNEB, da Igreja Batista Central (IBC) de Juazeiro-BA... Vocês são minha grande família!

Quando as palavras são insuficientes para expressar o meu sentimento de gratidão, fica o meu **Muito Obrigado!!** Obrigado a todos vocês que, direta e indiretamente, fizeram parte dessa minha caminhada!!

RESUMO

LIMA NETO, I. S. **Interação genótipo x ambiente na reação de progênies de melancia à alternariose no Submédio São Francisco**. 2009. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.

Este trabalho objetivou avaliar genótipos de melancia quanto à expressão de alternariose (*Alternaria cucumerina*) em dois ambientes (anos), visando identificar parentais contrastantes, bem como obter informações relacionadas às variâncias genética e ambiental, inclusive a interação genótipo x ambiente (G x A), que possam subsidiar as estratégias a serem seguidas em programas de melhoramento da cultura. Realizou-se dois experimentos no Campo Experimental do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS), localizado no Campus III da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Juazeiro-BA, nos anos de 2006 e 2007. Em ambos os ensaios, os tratamentos consistiram de 14 genótipos de melancia, representados por 12 progênies e duas testemunhas (variedades Sugar Baby e Charleston Gray). As mudas foram produzidas em casa de vegetação e transplantadas para áreas com histórico de alta incidência e severidade da doença. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições, sendo a unidade experimental constituída por cinco plantas. O espaçamento foi de 3,0 m entre fileiras e 0,8 m entre plantas e a irrigação por infiltração por sulco, empregando-se os tratos culturais normalmente utilizados para a cultura, sem uso de fungicidas. Avaliou-se as plantas aos 75 dias após o transplântio, sendo atribuída uma escala de notas variando de: um – planta mais resistente; a cinco – planta mais suscetível. Verificou-se que houve interação G x A na avaliação de genótipos de melancia quanto à resistência à alternariose no Submédio São Francisco com predomínio da parte complexa e que a maior parte da variância fenotípica observada foi explicada por fatores genéticos (74,5 %). Identificou-se uma fonte consistente para resistência à alternariose representada pela progênie P5 (91-0043) e como parental contrastante (suscetível) selecionou-se a variedade Sugar Baby. Ambas, demonstraram um alto potencial para fins de melhoramento, podendo ser utilizadas em estudo de herança da resistência a alternária.

Palavras-chave: *Citrullus lanatus*, melhoramento de melancia, *Alternaria cucumerina*.

ABSTRACT

LIMA NETO, I. S. **Genotype-environment interaction in the reaction of watermelon progenies to alternaria leaf blight in the Submiddle São Francisco region.** 2009. 73f. Thesis (MS in Agronomy: Plant Science) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.

This work had the objective to evaluate watermelon genotypes resistance to alternaria leaf blight (*Alternaria cucumerina*) in two environments (years) in order to identify contrasting and consistent parents as well as to get information related to environmental and genetic effects to support strategies to be followed in watermelon breeding programs. Two experiments were carried out in the Experimental Field of the Department of Technology and Social Sciences (DTCS) at the Campus III of the University of the State of Bahia (UNEB), Juazeiro-BA in the years of 2006 and 2007. In both experiments, the treatments consisted of 14 watermelon genotypes comprising 12 progenies and two checks (Sugar Baby and Charleston Gray cultivars). The seedlings were produced in a green house and were transplanted to the field with previous records of high incidence and severity of the disease. The experimental design was in randomized blocks, with three replications. The plot had five plants spaced 3.0 m between lines and 0.8 m between plants. The irrigation was supplied in furrows. The cultural practices were those normally used for watermelon, but without fungicides. The plants were evaluated 75 days after transplanting using a grading records ranging from: one – plants more resistant; to five – plants more susceptible. It was found G x A interaction in the evaluation of watermelon genotypes for alternaria leaf blight in the Submiddle São Francisco River Basin with predominance of the complex part of the interaction and that the major part of the phenotypic variance was accounted for genetic factors (74.5%). It was identified a consistent source for resistance to alternaria leaf light represented by the progeny P5 (91-0043) and as a contrasting susceptible parent the Sugar Baby variety was selected. Both, demonstrate a high potential for breeding purposes, and can be used in studies of inheritance of resistance of alternaria leaf blight.

Key-Words: *Citrullus lanatus*, watermelon breeding, *Alternaria cucumerina*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização climática dos ambientes (períodos experimentais, nos respectivos anos) utilizados para avaliação da reação de genótipos de melancia à alternariose (<i>A. cucumerina</i>) em condições de campo. UNEB/DTCS, Juazeiro–BA, 2009.....	57
Tabela 2 – Chave descritiva para avaliação da reação de genótipos de melancia à alternariose (<i>A. cucumerina</i>) em condições de campo. UNEB/DTCS, Juazeiro–BA, 2009.....	59
Tabela 3 - Análises de variância individuais, para avaliação da reação de genótipos de melancia à alternariose (<i>A. cucumerina</i>) em condições de campo. Juazeiro – BA, UNEB/DTCS, 2009.....	61
Tabela 4 – Análise de variância conjunta para avaliação da reação de genótipos de melancia à alternariose (<i>A. cucumerina</i>) em condições de campo, incluindo estimativas do coeficiente de determinação (R^2_f) e a significância pelo teste F. Juazeiro – BA, UNEB/DTCS, 2009.....	62
Tabela 5 - Valor genético (Vg), média (m) (entre parêntesis) e desvio da média da reação de genótipos de melancia à alternariose (<i>A. cucumerina</i>) em condições de campo, em cada ambiente e considerando os dois ambientes em conjunto. Juazeiro – BA, UNEB/DTCS, 2009.....	64
Tabela 6 - Estimativas de parâmetros genéticos determinados na análise conjunta de avaliação de genótipos de melancia à alternariose (<i>A. cucumerina</i>) em condições de campo. Juazeiro – BA, Campo Experimental do DTCS/UNEB, 2009.....	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Padrões de comportamento dos genótipos em diferentes ambientes destacando os dois tipos fundamentais de interação, considerando somente um caso simples de dois genótipos e dois ambientes (Adaptado de FERREIRA et al., 2006).....	33
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

BAG.....	Banco Ativo de Germoplasma.
CNPq.....	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.
DTCS.....	Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais.
Embrapa.....	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
FAO.....	Food and Agriculture Organization.
IBGE.....	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
PRODETAB.....	Projeto de Apoio ao Desenvolvimento de Tecnologias Agropecuárias para o Brasil.
UNEB.....	Universidade do Estado da Bahia.
BDA.....	Batata Dextrose Agar.
CG.....	Charleston Gray
DAT.....	Dias após o transplante.
G x A.....	Interação genótipo por ambiente.
ha.....	Hectare.
P.....	Progenie
pH.....	potencial Hidrogeniônico.
QMA.....	Quadrado médio de ambiente.
QMG.....	Quadrado médio de genótipo.
QMGxA.....	Quadrado médio da interação genótipo x ambiente.
R^2_f	Coeficiente de determinação.
SB.....	Sugar Baby
t.....	Tonelada.
t/ha.....	Tonelada por hectare.
σ^2	Variância.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA.....	13
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 A cultura da melancia.....	16
2.2 Etiologia, sintomatologia, epidemiologia e danos da alternariose.....	20
2.3 Controle da alternariose.....	24
2.4 Interação genótipo x ambiente.....	27
REFERÊNCIAS.....	41
CAPÍTULO II – INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE NA REAÇÃO DE PROGÊNIES DE MELANCIA À ALTERNARIOSE NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO.....	53
RESUMO.....	53
ABSTRACT.....	54
1 INTRODUÇÃO.....	55
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	57
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
4 CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS.....	70

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA

1 INTRODUÇÃO GERAL

A melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai] é uma olerácea de grande importância econômica no Brasil e no mundo. Em 2005 a produção mundial foi de cerca de 95,2 milhões de toneladas, sendo os maiores produtores a China, Turquia, Irã, Estados Unidos e o Egito, que responderam, no conjunto, por mais de 82% da produção mundial (FAO, 2006). No Brasil, a melancia é cultivada em quase todo o território, especialmente nas épocas mais quentes do ano, apresentando uma produtividade média de 19,5 t/ha. Em 2006, sua produção foi de cerca de 1.946.912 toneladas, ocupando uma área de aproximadamente 93.000 hectares. Neste mesmo ano agrícola o Nordeste brasileiro representou 29% da produção nacional, com uma área plantada de 32.265 hectares (IBGE, 2006).

Todavia, as cultivares utilizadas são, em sua maioria, originadas de outros países, principalmente Estados Unidos e Japão e apresentam alta suscetibilidade à maioria dos estresses bióticos e abióticos. No Semi-Árido brasileiro, especialmente no Submédio São Francisco, predominam estresses bióticos como o oídio (*Podosphaera xanthii*) [(Castagne) U. Braun & Shishkoff, (2000)] (DIAS et al., 1999), viroses (PRSV-W, WMV e ZYMV) (SILVEIRA et al., 2005), alternariose [*Alternaria cucumerina* (Ell & Ev.) Elliot] (LIMA NETO et al., 2006), além da ocorrência de entomopatógenos como pulgão [*Aphis gossypii* (Glover) e *Myzus persicae* (Sulzer)], mosca-branca (*Bemisia* spp.) e broca-das-cucurbitáceas (*Diaphania* spp.).

Dentre os fitopatógenos, a alternariose é uma doença que nos últimos anos tem se expressado com alta severidade e, dependendo do grau de suscetibilidade da cultivar utilizada chega a limitar o sistema produtivo. Esta doença tem sido

frequentemente observada em cultivos de melancia no Submédio São Francisco, sendo a *Alternaria cucumerina* o agente causal da doença (BORGES; PEIXOTO, 2006; LIMA NETO et al., 2007a). A doença afeta a planta pela diminuição da área fotossintética, expondo os frutos à queimadura do sol e contribuindo para a formação de frutos menores, com baixo teor de açúcar e, portanto, de qualidade inferior. Uma maior severidade da doença é observada em estádios mais adiantados de desenvolvimento da planta, comumente após o florescimento.

Para o controle dessa doença o método químico é o mais empregado pelos agricultores, em razão da inexistência de cultivares resistentes. Em geral, são feitas pulverizações preventivas, com produtos à base de cobre, pois uma vez disseminada a doença na lavoura a intervenção erradicante normalmente mostra-se ineficiente. A aquisição e aplicação de fungicidas eleva os custos de produção, além dos danos ambientais e dos riscos à saúde humana, quando não são criteriosamente utilizados. Diante do exposto, tornam-se necessárias ações de pesquisa que visem à avaliação de genótipos e identificação de fontes de resistência à doença que possam ser utilizadas em programas de melhoramento da cultura.

O Nordeste brasileiro, além de possuir importantes pólos de produção de melancia, como por exemplo, na Bahia, Rio Grande do Norte e Ceará, é detentor de uma ampla variabilidade genética dessa espécie que está encerrada em populações tradicionais da cultura, especialmente cultivadas na agricultura familiar ou como plantas espontâneas, conforme relatado por Queiróz (1993). Grande parte dessa variabilidade já foi resgatada e avaliada e encontra-se armazenada no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Cucurbitáceas para o Nordeste brasileiro, localizado na unidade da Embrapa Semi-Árido, no município de Petrolina – PE (QUEIRÓZ et al., 1999a). Entretanto, quanto a avaliações de acessos desse banco para resistência a alternariose são poucos os estudos, destacando-se os trabalhos preliminares realizados por Queiróz et al. (2002) e Lima Neto et al. (2006). Algumas dessas avaliações têm sido realizadas ao longo dos anos em experimentos de manejo de germoplasma (multiplicação e/ou regeneração de sementes). Todavia, como nesses experimentos os testes são conduzidos de forma não casualizada, a seleção de genótipos com indicação de resistência à doença é passiva de equívocos, pois não

se tem o efeito ambiental isolado dos demais componentes de variação. Assim, para a identificação de genótipos resistentes à alternariose torna-se necessário a realização de avaliações aprofundadas. Considerando a forte influência dos fatores climáticos, como temperatura e umidade relativa, na expressão da alternariose no Submédio São Francisco torna-se imprescindível a avaliação dos genótipos em ensaios conduzidos em diferentes épocas.

Segundo Ramalho et al. (2005), em condições tropicais é esperado que o comportamento dos genótipos não seja coincidente nos diferentes ambientes a que eles são submetidos, isto é, é esperada a ocorrência de forte interação genótipos x ambientes. Em hortaliças alguns trabalhos descrevem o desempenho de genótipos em função das variações ambientais, principalmente para avaliação de componentes de produção (GUALBERTO et al., 2002; NUNES et al., 2006; ORTIZ et al., 2007; SILVA et al., 2008). No caso da melancia Silva et al. (2008) avaliaram sete cultivares quanto à produção de frutos comercializáveis em dois municípios do Agropolo Mossoró-Assu, tendo observado efeito significativo da interação tripla.

Quanto à interação genótipo x ambiente para resistência a fitopatógenos não há relatos na literatura para melancia. No entanto, a presença da interação genótipo x ambiente na expressão fenotípica de doenças em outras espécies hortícolas é relatada por vários autores (PHILLIPS et al., 1979; HAYNES et al., 1997; ZINSOU et al., 2005) e várias outras espécies como milho (COSTA, 2001; BRUNELLI, 2004), trigo (FUENTES et al., 2005; JOSHI et al., 2007), cevada (PINNSCHMIDT; HOVMOLLER, 2002) e soja (ROCHA, 2002).

Tendo em vista que a expressão fenotípica de cada genótipo frente às variações de ambiente é, em geral, diferente e reduz a correlação entre o fenótipo e o genótipo, o presente trabalho objetivou avaliar genótipos de melancia quanto à resistência à alternariose em dois ambientes distintos, visando identificar parentais contrastantes, bem como obter informações relacionadas às variâncias genética e ambiental, inclusive a interação genótipo x ambiente, que possam subsidiar as estratégias a serem seguidas em programas de melhoramento da cultura que visem desenvolver linhas de melancia resistentes à alternariose.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da melancia

A melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai] é uma espécie pertencente à família *Cucurbitaceae*. Atualmente, esta família está classificada dentro da ordem *Cucurbitales*, divisão *Angiospermae* e classe *Dicotyledoneae* (JOLY, 1987).

As plantas de melancia são herbáceas, anuais, de caule sarmentoso com folhas geralmente lobadas. É uma espécie alógama, porém bastante tolerante à endogamia. As plantas em geral são monóicas (flores masculinas e flores femininas separadas), mas também ocorrem plantas andromonóicas (flores masculinas e hermafroditas) ou ginandromonóicas (flores masculinas, femininas e hermafroditas). A polinização é realizada principalmente pelas abelhas.

A melancia é uma olerácea originária da África, onde ocorre grande diversidade do gênero *Citrullus*. O seu cultivo teve início ainda na pré-história, como pode ser observado em gravuras egípcias. Aparentemente, os primeiros cultivos ocorreram na região do mediterrâneo e no oriente da Índia (MOHR, 1986).

No Brasil, a melancia teve dois períodos de introdução. O primeiro deles ocorreu na agricultura tradicional do Nordeste brasileiro, com o tráfico negreiro na época do Brasil Colonial, cujas sementes foram trazidas principalmente pelas tribos dos grupos Sudanês e Banto (ROMÃO, 1995). O segundo período de introdução, citado por Costa e Pinto (1977), ocorreu na década de 1950, no município de Americana-SP, a partir de genótipos melhorados nos Estados Unidos e no Japão, resultando em cultivos comerciais, que se espalharam para muitas regiões do Brasil. A produção comercial desses genótipos atingiu o Nordeste brasileiro a partir dos perímetros irrigados do Vale do São Francisco na década de 1970 (QUEIRÓZ et al., 1999b).

É uma cultura de fácil manejo e apresenta baixo custo de produção, quando comparada a outras hortaliças, proporcionando retorno financeiro em um curto espaço de tempo, na maioria das vezes não superior a 120 dias. Seus frutos são utilizados tanto na alimentação humana como animal. Em algumas regiões, as sementes são consumidas tostadas e dessas pode-se extrair um óleo de boa qualidade, cujo conteúdo varia de 20 a 45 %. A casca do fruto pode ser utilizada na fabricação de doce, bem como na alimentação de alguns animais, tais como patos, galinhas e porcos (MIRANDA et al., 1997). Embora não apresente alto valor nutritivo, os frutos de melancia são bastante apreciados pelo sabor refrescante, principalmente durante o verão.

Diante da atual demanda da população por alimentos funcionais que, além de contribuírem com seu valor nutricional, ofereçam substâncias adicionais que produzam impacto positivo na saúde humana, a melancia também tem um papel importante. A melancia possui carotenóides, pigmentos responsáveis pela coloração vermelha (licopeno) ou amarela (β -caroteno), que segundo Gomes (2007), são potentes antioxidantes que anulam o efeito dos radicais livres no organismo humano e minimizam as chances de desenvolvimento de câncer. O β -caroteno é ainda uma substância precursora da vitamina A, imprescindível ao bom funcionamento da visão humana (AMBRÓSIO et al. 2006). Outra propriedade funcional da melancia, recentemente encontrada na casca, trata-se de um aminoácido não-essencial denominado citrulina, que possui funções vasodilatadoras com efeitos similares ao Viagra, que pode ser importante tanto na prevenção ou cura de distúrbios de ereção no homem ou até mesmo na prevenção de acidentes cardio-vasculares (RIMANDO; PERKINS-VEAZIE, 2005).

A melancia é a cultura, dentre as Cucurbitáceas, com maior produção ao nível mundial. Em 2005 a produção mundial de melancia foi de cerca de 95,2 milhões de toneladas, sendo os maiores produtores a China, Turquia, Irã, Estados Unidos e Egito, que responderam, no conjunto, por mais de 82 % da produção mundial (FAO, 2006).

No Brasil, é considerada uma das cucurbitáceas mais cultivadas, especificamente nas regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste. Em 2006, a área

plantada superou 93.000 ha, com uma produção total de 1.946.912 t de frutos e produtividade média de 19,5 t/ha. Seu cultivo em diferentes pontos do país gerou, neste mesmo ano agrícola, um agronegócio de mais de R\$ 520 milhões. Os principais Estados produtores no Brasil são: Rio Grande do Sul (28,5 %), Bahia (12,0 %), Goiás (9,8 %), São Paulo (7,6 %) e Tocantins (6,9 %), que juntos somam cerca de 65 % da produção nacional. O Nordeste foi responsável por aproximadamente 29 % da produção nacional em 2006, sendo cultivada tanto na agricultura de sequeiro (por pequenos produtores) quanto na agricultura irrigada. Cerca de 73 % da produção nordestina estão nos estados da Bahia (42 %), Rio Grande do Norte (16 %) e Pernambuco (15 %) (IBGE, 2006), onde gera emprego e renda em diferentes sistemas agrícolas.

No Rio Grande do Norte o cultivo de melancia para o mercado externo, principalmente países europeus, e/ou mercado interno especializado, como as grandes redes de supermercados, é bastante expressivo, ocupando uma área superior a 1000 ha. Os pequenos agricultores, produzindo exclusivamente para o mercado interno, somam juntos outros 1000 ha de área cultivada (Dados não publicados).

Em Pernambuco destacam-se os municípios de Santa Maria da Boa Vista e Petrolina, produzindo melancia sob condição irrigada (ARAÚJO et al., 2008).

Na Bahia a melancia é cultivada tanto em condições de sequeiro como sob irrigação em várias regiões, destacando-se o distrito de Massaroca, no município de Juazeiro-BA, com cultivos feitos por pequenos agricultores que se dedicam a essa atividade, seguramente há mais de 20 anos, tendo alguns deles com cerca de 40 anos de plantio de melancia de sequeiro (QUEIRÓZ, 2004). Esses agricultores usam as próprias sementes para os próximos plantios. No entanto, no Semi-Árido baiano também ocorrem plantios de melancia sob irrigação, destacando-se os municípios de Juazeiro e Casa Nova, como os mais importantes, seguidos por outras áreas de cultivo. Existem áreas de cultivo em Barreiras, também no Vale do São Francisco e em outros perímetros irrigados.

Do ponto de vista econômico, Araújo et al. (2008), estudando a composição dos custos e a viabilidade econômica do sistema de produção de melancia na região

do Submédio São Francisco verificaram que os agroquímicos respondem por 24,55 % dos custos operacionais totais. Segundo os autores, um procedimento de gestão facilmente aplicável para aumentar a rentabilidade da exploração em análise é aproveitando a favorabilidade das condições climáticas, que permitem o cultivo da melancia durante o ano inteiro, tanto para o mercado interno quanto para o mercado externo, programando também as colheitas para os períodos do ano onde o produto alcança melhores preços, como é o caso do primeiro e do terceiro trimestre, quando o preço da melancia fica cerca de 40% acima do preço médio anual.

As principais cultivares utilizadas no Brasil, todas introduzidas dos Estados Unidos ou Japão, são Crimson Sweet, Charleston Gray, Fairfax, Omaru Yamato, Yamato Sato, Sugar Baby e Mickey Lee. Encontram-se também à disposição dos agricultores alguns híbridos diplóides e triplóides (Quetzali, Tiger Baby, Shadow, Boston, Extasy, Eureka, Madera, Jetstream, Mirage, Palomar, entre outros) que são suscetíveis às principais doenças que atacam a cultura, como o oídio (*Podosphaera xanthii*), alternariose (*Alternaria* spp.), cancro da haste (*Didymella bryoniae*) e as principais viroses (PRSV-W, WMV e ZYMV) (LIMA et al., 1999; DIAS et al., 1999; FAZZA, 2006; LIMA NETO et al., 2006), cuja intensidade depende de vários fatores, principalmente os climáticos. Vale salientar que a cultivar Crimson Sweet ocupa cerca de 90 % da área cultivada, fato que aumenta a vulnerabilidade dos sistemas de produção.

Verifica-se, portanto, que as cultivares comerciais disponíveis são suscetíveis às principais doenças, pois, não foram desenvolvidas para as condições do Semi-Árido irrigado brasileiro, inclusive da Bahia. Essa situação gera sérias restrições no que tange ao ataque de doenças, em grau variável em diferentes anos, e daí decorrendo o uso de pesticidas, principalmente os fungicidas, com sérias repercussões, seja no ambiente, seja na possibilidade de deixar resíduos nos frutos.

2.2 Etiologia, sintomatologia, epidemiologia e danos da alternariose

A mancha, queima de alternária ou alternariose de cucurbitáceas causada pelo fungo *Alternaria cucumerina* (Ell e Ev.) Elliot (KUROZAWA; PAVAN, 1997) é uma doença que afeta mais severamente o melão e a melancia e tem sido diagnosticada nos Estados Unidos desde o início do século XX (MERCURE, 1998). Atualmente, encontra-se disseminada em várias partes do mundo em países como Chile, Venezuela, Canadá, Inglaterra, França, Japão, Nigéria, África do Sul, Austrália, entre outros (ELLIS; HOLIDAY, 1970).

Em cultivos de melancia no Submédio São Francisco a alternariose tem sido frequentemente observada. Os conídios do fungo são relativamente grandes, multicelulares e longitudinais, hialinos quando jovens e, posteriormente, escuros (BABADOOST, 1989).

Os sintomas iniciais nas folhas são caracterizados por leve encharcamento nos bordos do limbo foliar, seguido de pequena área amarelada com tecido de consistência coriácea e, finalmente, necrose a partir do centro da mancha que geralmente fica perfurada. As lesões características apresentam círculos concêntricos, semelhantes a um alvo. Essas lesões podem coalescer, formando áreas extensas de tecido necrosado, provocando a seca prematura da folha e, conseqüentemente, a desfolha precoce das plantas. Os sintomas manifestam-se primeiramente nas folhas mais velhas, expandindo posteriormente, para toda a planta. Na face inferior das folhas do tecido necrosado ocorre intensa esporulação do fungo.

Segundo Lima Neto (2007) uma maior severidade da doença é observada em estádios mais adiantados de desenvolvimento da planta, comumente após o florescimento.

Dentre as cucurbitáceas, há relatos da ocorrência deste fungo em melão, melancia, pepino e abóbora, entre outros (BABADOOST, 1989). Embora Coelho et al. (2002), destaquem como sendo de maior gravidade apenas para o melão, a alternariose tem atacado igualmente a cultura da melancia em condições irrigadas,

causando sérios prejuízos pela queima das folhas e morte da planta. Plantas com deficiência nutricional, especialmente nitrogênio ou micro nutrientes, com raízes danificadas por ferimentos causados por nematóides e cultivadas em solos arenosos e com baixo pH são mais predispostas ao ataque do patógeno.

O fungo sobrevive em restos de cultura e cucurbitáceas selvagens (BATISTA et al., 2007; SILVA et al., 2007a). Também pode sobreviver em sementes, servindo como fonte de inóculo primário no próximo ciclo da cultura (ELLIS; HOLIDAY, 1970; BHARATH et al., 2005). Considerando que os esporos do fungo são disseminados, principalmente, pelo vento, chuva e por fatores mecânicos, as folhas infectadas dispostas na superfície do solo constituem importante fonte de inóculo.

A doença afeta a planta pela diminuição da área fotossintética, devido à formação de manchas foliares e a desfolha precoce expondo os frutos à queimadura do sol. Como a queima das folhas ocorre desde o estágio de fixação e desenvolvimento dos frutos até a fase de maturação, contribui para a formação de frutos menores, com baixo teor de açúcar e, portanto, de qualidade inferior, afetando a produção, em alguns casos de modo muito drástico. A mesma espécie (*A. cucumerina*) e outras espécies do mesmo gênero podem produzir lesões em frutos, as quais muitas vezes, redundam no apodrecimento dos mesmos após a colheita (KIMATI et al., 1980).

Segundo Watt (2008) a produção de esporos é favorecida por períodos de incubação com alta umidade e variação de temperatura entre 5 a 35 °C, com ótimo de 20 °C. Alternância luminosa (8 horas de claro e 16 horas de escuro) também deve ser oferecida para proporcionar melhor desenvolvimento e esporulação do fungo (BORGES; PEIXOTO, 2006). Desta forma, a avaliação para a alternância nas condições do Submédio São Francisco deve ocorrer principalmente nos meses de temperaturas mais amenas (julho a setembro), tendo-se o cuidado de cultivar os genótipos em campo, mantendo a umidade de solo um pouco baixa, uma vez que o crescimento do fungo se dá melhor em condições de baixa umidade de solo (BABADOOST, 1989; LIMA NETO et al., 2008).

Para crescimento do fungo, Egel e Harmon (2001) e Miller (1955), recomendam o cultivo em meio de Suco V8 para a obtenção de maior esporulação. Por outro lado, Borges e Peixoto (2006) afirmam que o mesmo apresenta uma boa esporulação, independente do meio de cultura utilizado (BDA ou Suco V8), desde que se faça alternância luminosa com 8 horas de claro e 16 horas de escuro.

Thomas (1984), trabalhando com diferentes condições de inoculação para avaliar resistência de melão à alternariose, definiu que as condições ideais para se avaliar melão no estágio de duas folhas definitivas são: concentração do inóculo de $5,0 \times 10^3$ conídios/mL, temperatura de 20° C e 16 horas de duração da umidade das folhas, no escuro. Depois da inoculação as plantas devem permanecer em temperaturas constantes ou em temperatura usual de casa de vegetação até serem avaliadas. Entretanto, outros pesquisadores utilizando o mesmo isolado de *A. cucumerina*, encontraram concentrações ótimas de inóculo distintas, o que foi explicado por possíveis diferenças de temperatura, período de permanência em câmara úmida e idade da planta (CARMODY et al., 1983; NORTON; BOYHAN, 1983).

Em avaliação de dois métodos de inoculação de plântulas de melancia, Lima Neto et al. (2007a) verificaram que tanto o método do disco de micélio quanto o de pulverização de suspensão de esporos, na concentração de $1,8 \times 10^4$ esporos/mL, foram eficientes para manifestação dos sintomas da doença. Contudo, na inoculação pelo método do disco de micélio observou-se que o patógeno teve uma área restrita de atuação inicial que pode coincidir com um tecido não preferencial pelo mesmo no início da infecção. Já o método de pulverização, mostrou-se mais adequado por abranger toda a parte aérea da planta, distribuindo uniformemente o patógeno, propiciando ao fungo condições para que o mesmo se desenvolva de acordo com suas especificidades. Lima Neto et al. (2007b), também verificaram uma redução de severidade da alternariose em plântulas de melancia, no estágio de duas folhas definitivas, quando se aumentou a concentração do inóculo. Segundo esses autores, deve-se utilizar a concentração $1,2 \times 10^4$ esporos/mL, medidos em hemacitômetro antes da inoculação, na discriminação de genótipos de melancia para alternariose.

Carmody et al. (1985) verificaram que linhas de melão que foram resistentes em inoculações realizadas nos cotilédones em casa de vegetação foram também resistentes em experimentos de campo.

Considerando que a alternariose, nas condições do Submédio São Francisco, se expressa com maior severidade a partir da floração, a avaliação de genótipos quanto à resistência à doença no estágio de plântulas pode conduzir a resultados mascarados. Por outro lado, em estudos conduzidos em campos experimentais, ao longo dos últimos quatro anos, essa doença tem se mostrado com alta incidência e severidade, o que diminui as possibilidades de escape, tornando conveniente a realização de experimentos de campo para uma melhor discriminação dos genótipos.

Todavia, em condições de campo, a quantificação precisa da doença é uma tarefa extremamente laboriosa, uma vez que as lesões são numerosas e irregulares. Nesse caso, quando o número de amostras é elevado Amorim (1995), recomenda a utilização de algumas estratégias, entre elas o uso de chaves descritivas para avaliação da severidade de doenças. Estas, por sua vez, utilizam níveis arbitrários com certo número de graus para quantificar doenças. Cada grau da escala deve ser apropriadamente descrito ou definido. São numerosos os exemplos de utilização de chaves descritivas, sendo bastante úteis por representar uma metodologia uniforme de coleta de dados.

2.3 Controle da alternariose

O princípio do controle baseia-se na redução da incidência ou severidade de uma doença, utilizando-se métodos eficientes, cujos custos de tratamento sejam menores que os prejuízos ocasionados pela doença. Kucharek (2000) recomenda algumas medidas de controle para essa doença. Entre elas cita-se: uso de sementes tratadas com fungicida de amplo espectro; destruição de plantas de cucurbitáceas espontâneas próximas ao cultivo; fertilização adequada do solo; rotação de culturas e adoção de um programa de aplicação de fungicidas quando as temperaturas noturnas forem baixas e a umidade estiver elevada. Todavia, embora o emprego de variedades resistentes seja o método mais adequado para controle de doenças, o controle químico é o mais empregado pelos agricultores, em razão da inexistência de cultivares de melancia resistentes ao patógeno.

O controle da alternariose nas áreas do Semi-Árido irrigado, em cultivos comerciais, tem sido realizado quase que exclusivamente pelo uso de agroquímicos que, além de ineficientes em algumas condições, elevam os custos de produção, diminuindo a qualidade dos frutos e constituindo numa fonte de contaminação dos aplicadores e do meio ambiente. Watt (2008) recomenda a utilização de fungicidas, dentre os quais: azoxystrobin, chlorothalonil, hidróxido de cobre, mancozeb e maneb. A grande maioria dos cultivos irrigados adota calendários preventivos que envolvem produtos à base de cobre, de pouca toxicidade. Entretanto, mesmo produtos à base de cobre, por ser um metal pesado, poderá ter sérias consequências para o meio ambiente devido a contaminação do solo e da água, podendo atingir o lençol freático, o que é particularmente ameaçador no Semi-Árido, ao longo do Rio São Francisco.

Face às novas tendências do mercado, buscando produtos cada vez mais isentos de resíduos tóxicos, torna-se necessário o desenvolvimento de genótipos adaptados, que apresentem boas características de planta e fruto, sejam produtivos e resistentes à alternariose. Sendo assim, a identificação de fontes de resistência torna-se uma grande prioridade, pois o uso de variedades resistentes apresenta a

grande vantagem de não trazer danos ambientais, além de ser barato, por não onerar diretamente os custos de produção, podendo até dispensar outras medidas de controle, e ser de fácil uso pelos produtores.

Contudo, a primeira condição para o uso de variedades resistentes é a identificação de fontes de resistência em germoplasma, de preferência adaptado, e que possa ser transferida para cultivares comerciais. Ao contrário de relatos de hortaliças resistentes a várias doenças, a exemplo do tomate (FERRAZ et al., 2003), até o momento pouco se conhece sobre estudos de fontes de resistência para alternariose em cucurbitáceas. Um desses estudos foi feito por Boyhan e Norton (1992), que identificaram em melão, quatro isolados de *Alternaria cucumerina* com diferentes graus de virulência, tendo inclusive sido reportado herança quantitativa. Silva et al. (2007b) avaliando acessos de melão do BAG de Cucurbitáceas para o Nordeste brasileiro, submetidos à inoculação artificial, encontraram percentual de severidade variando de 0,1 % a 57,8 % entre os genótipos avaliados.

Thomas et al. (1990) relataram que, embora já tenham sido lançadas várias cultivares de melão com resistência à alternariose em algumas áreas de cultivo dos Estados Unidos, estas não têm sido aceitas em produções comerciais devido, entre outros fatores, à suscetibilidade desses genótipos ao míldio (*Pseudoperonospora cubensis*) e oídio (*Podosphaera xanthii*). Considerando esse aspecto, deve-se buscar resistência múltipla aos principais estresses bióticos predominantes nas condições de cultivo de melancia no Submédio São Francisco, o que será facilitado por já ter sido inclusive lançada a cultivar Opara, liberada recentemente pela Embrapa Semi-Árido, que apresenta resistência ao oídio (*Podosphaera xanthii*). Igualmente, estão sendo desenvolvidas linhagens a partir de acessos com resistência aos três principais potyvirus (OLIVEIRA et al., 2002; SILVEIRA et al., 2005). Estas linhagens desenvolvidas poderão integrar um programa de melhoramento mais amplo, no qual serão incluídos os principais estresses bióticos prevalentes na referida região.

Segundo Allard (1960), para que um programa de melhoramento de uma determinada espécie possa ser empregado, o ponto de partida é a existência de fontes de resistência no germoplasma dessa espécie. O Nordeste brasileiro

apresenta-se como um importante centro de diversidade genética de cucurbitáceas, incluindo a melancia. Expedições de coleta feitas por toda essa região permitiram a formação de um Banco de Germoplasma de Cucurbitáceas - BAG, o qual encerra uma grande parte dessa variabilidade (QUEIRÓZ, 1993). Embora trabalhos realizados com esse germoplasma envolvendo resistência a patógenos e características morfo-agronômicas (ROMÃO, 1995; DIAS et al., 1996; OLIVEIRA et al., 2002; FERREIRA et al., 2003; SILVEIRA et al., 2005; SOUZA et al., 2005; SILVA et al., 2006) tenham sido realizados, estudos relacionados à alternariose ainda são incipientes.

Queiróz et al. (2002), analisando nove acessos de melancia do Banco de Cucurbitáceas da Embrapa Semi-Árido, sem aplicação de defensivos para controle de alternária e sem inoculação artificial obtiveram, aos 70 dias após o transplante, um acesso resistente enquanto os demais apresentaram desfolhamento em graus variados. Lima Neto et al. (2006), ao avaliarem uma amostra representativa de acessos de melancia sem inoculação artificial, também identificaram 22 progênes detentoras de possíveis genes de resistência à alternariose, as quais foram autofecundadas para obtenção de progênes endogâmicas.

Vale ressaltar que algumas dessas avaliações têm sido realizadas ao longo dos anos em experimentos de manejo de germoplasma. Todavia, como os experimentos são conduzidos de forma não casualizada a seleção de genótipos com indicação de resistência à alternariose nesses ensaios é passiva de equívocos, pois não se tem o efeito ambiental isolado dos demais componentes de variação. Assim, para a identificação de genótipos resistentes à alternariose torna-se necessário a realização de avaliações aprofundadas. Sabendo que em cultivos de melancia no Submédio São Francisco os fatores climáticos, como temperatura e umidade relativa, exercem uma forte influência sobre a expressão da alternariose, torna-se necessário a avaliação de genótipos em experimentos conduzidos em diferentes épocas. Em condições tropicais é esperado que o comportamento dos genótipos não seja coincidente nos diferentes ambientes a que eles são submetidos, isto é, é esperada a ocorrência de forte interação genótipos x ambientes (RAMALHO et al., 2005).

2.4 Interação genótipo x ambiente

No melhoramento muitas vezes é necessário tomar decisões sobre a estratégia que mais eficientemente irá resolver um problema prático. Tais decisões baseiam-se sempre no conhecimento da estrutura do germoplasma e das leis que regem seu comportamento (ALLARD, 1960). Nesse contexto, a interação genótipos por ambientes é um fenômeno amplamente disseminado entre plantas e são muitos os trabalhos realizados que demonstram a existência, quase sempre, desse terceiro fator na expressão de um determinado fenótipo.

Para Ramalho et al. (2008) a interação genótipos por ambientes é o principal complicador do trabalho dos melhoristas, exigindo que o melhoramento seja conduzido nas condições em que o genótipo será utilizado. Este fenômeno é caracterizado quando o comportamento dos genótipos não é consistente nos diferentes ambientes. Ou seja, as respostas dos genótipos são diferentes às alterações ambientais. Este autor afirma que indivíduos geneticamente distintos desenvolvem-se de modo diferente no mesmo ambiente, mas também indivíduos geneticamente idênticos desenvolvem-se desigualmente em ambientes distintos. Quando um mesmo grupo de genótipos é avaliado em diferentes condições ambientais (locais, épocas ou anos), o ambiente pode alterar a expressão de um determinado caráter em tais genótipos, ou seja, pode ocorrer interação entre os fatores. Assim, a interação genótipo x ambiente é entendida como sendo o comportamento relativo dos genótipos às alterações ambientais.

De acordo com Chaves (2001), um dos princípios básicos no estudo da herança de caracteres métricos é o de que o valor de um indivíduo (fenótipo) é determinado por dois componentes básicos: a constituição genética (genótipo) e uma contribuição do ambiente específico em que aquele indivíduo se encontra.

O aparecimento de interações genótipos x ambientes (G x A) deve-se a respostas diferenciais do mesmo conjunto gênico em ambientes distintos ou pela expressão de diferentes conjuntos gênicos em diferentes ambientes (COCKERHAM (1963), citado por ALARCÓN, 2008).

Quando se considera que apenas uma parte da interação genótipo x ambiente pode ser atribuída a fatores de ambientes que são conhecidos é que se tem a dimensão da complexidade do tema. Como ambiente, denomina-se coletivamente as condições edafoclimáticas, associadas às práticas culturais, ocorrência de patógenos e outras variáveis que afetam o desenvolvimento das plantas (BORÉM; MIRANDA, 2005). Este mesmo autor faz ainda uma distinção entre micro e macroambientes, utilizando o primeiro termo para referir-se às variações ambientais existentes dentro de uma mesma parcela experimental, nas mais uniformes condições, e o segundo para denominar ambientes de duas regiões ou de dois anos agrícolas.

Num sentido amplo, Brewbaker (1969) define ambiente como sendo os fatores intra e extracelulares que influem na expressão do genótipo. Em suma, pode se dizer que o ambiente é constituído de todos os fatores que afetam o desenvolvimento das plantas que não são de origem genética.

Para Lin e Binns (1988), conceitualmente, o efeito do ambiente sobre o genótipo depende de dois elementos principais: solo e clima. O solo é persistente de ano para ano e pode ser considerado como elemento fixo. Porém o clima é mais complexo, uma vez que este é constituído por uma parte persistente (zona climática) e outra parte imprevisível, representada por variações do tempo de ano para ano.

Esta distinção entre fatores do ambiente que são previsíveis ou imprevisíveis foi inicialmente proposta por Allard (1960) e Allard e Bradshaw (1964) citados por Araújo (2008). Em geral, condições de solo (tipo e fertilidade), características de clima que flutuam de forma sistemática (comprimento do dia, grau de insolação), latitude, altitude e os fatores de ambiente que estão sob o controle do homem, como as práticas agrônômicas (época de semeadura e colheita, doses e fórmulas de adubação, métodos de colheita, etc.) são caracterizados como fatores previsíveis, enquanto os componentes de clima com maior variação no âmbito de uma mesma região (distribuição pluviométrica, umidade relativa do ar, temperatura atmosférica e do solo, ocorrência de geadas, veranicos, etc.), fitopatógenos, insetos e outros que não se podem prever com segurança são

caracterizados como fatores imprevisíveis. Verifica-se, portanto, que o efeito de ambiente representa uma mesclagem de efeitos de fatores fixos (previsíveis) e aleatórios (imprevisíveis). As variáveis imprevisíveis caracterizam-se por flutuar inconsistentemente e, segundo Fehr (1987) citado por Rocha (2002), são as que mais contribuem para as interações genótipos x anos e genótipos x locais x anos.

Para Chaves (2001), a interação de genótipos com ambientes deve ser encarada como um fenômeno biológico em suas aplicações no melhoramento de plantas e não como um simples efeito estatístico, buscando-se a explicação evolutiva do fenômeno, de modo que se possa aproveitar seus efeitos benéficos, bem como contornar seus efeitos indesejáveis sobre a avaliação de genótipos e recomendação de cultivares. Chaves (2001) acrescenta que no melhoramento de plantas, considerações a respeito da interação de genótipos com ambientes são essenciais para a eficiência do processo. Isto porque a maioria dos caracteres de importância para o melhoramento, nas diferentes espécies, são caracteres métricos. Estes caracteres apresentam distribuição contínua, possuem herança poligênica e sofrem grande influência das variações ambientais. Com relação à alternariose na cultura da melancia no Submédio São Francisco um dos fatores que exercem influência sobre sua expressão refere-se ao nível de umidade do solo (LIMA NETO et al., 2008), sendo tanto mais severa quanto menor for o teor de água disponível para as plantas. Além disso, fatores climáticos como temperatura e umidade relativa, exercem uma forte influência sobre a expressão da alternariose nesse Pólo Agrícola.

A interação de genótipos com ambientes, é conseqüência da mesma causa básica da diversidade, pois boa parte da diversidade natural existente surgiu pelo efeito diferencial da seleção. Com as espécies cultivadas, o processo de domesticação provocou um aceleração nas mudanças evolutivas nas condições de cultivo. Por um lado, porque as espécies passaram a se distribuir por uma área geográfica muito além dos limites de seus genitores e, por outro, pelo papel importante da seleção artificial provocada pelo homem, de forma intencional ou não. Assim, a enorme diversidade encontrada na maioria das espécies cultivadas

deriva deste processo de adaptação diferencial a condições específicas de ambiente (CHAVES, 2001).

Concordando com esse raciocínio, Araújo (2008) afirma que uma população que ocupa uma área geográfica com ampla variação ambiental, estará sujeita a pressões de seleção diferentes, ao longo de sua extensão espacial. Ocorrendo variabilidade de adaptação dos indivíduos, serão beneficiados aqueles indivíduos mais adaptados na condição ambiental particular. Esta adaptação específica a determinados ambientes é a causa evolutiva básica da interação genótipos e ambientes.

Na literatura existem diferentes definições sobre adaptabilidade de plantas. De forma sumariada pode-se dizer que a adaptabilidade é entendida como sendo a capacidade dos genótipos aproveitarem, vantajosamente, o estímulo ambiental. Já a estabilidade é definida como a capacidade dos genótipos apresentarem comportamento previsível em função do estímulo ambiental (CRUZ; REGAZZI, 1994).

Através de estudos da interação genótipo x ambiente um conceito inicialmente introduzido foi o de estabilidade relativa de diferentes genótipos, denominado homeostase. Canonon (1932) citado por Borém e Miranda (2005), afirmou que um organismo homeostático é aquele que mantém certos aspectos de sua fisiologia constantes, independentemente das forças de ambiente que tendem a alterar sua constância. Atualmente o conceito de homeostase refere-se aos mecanismos auto-reguladores dos organismos que permitem a sua estabilização em ambientes flutuantes.

Um outro conceito apresentado por Schlichting (1986) é o da plasticidade fenotípica, considerada como sendo a habilidade de um organismo individual de alterar sua fisiologia/morfologia em resposta a mudanças nas condições ambientais.

Importantes trabalhos já foram elaborados sobre a evolução adaptativa e a plasticidade fenotípica em plantas (BYTH et al., 1976; SCHLICHTING, 1986). Segundo Schlichting (1986), as forças responsáveis pelas mudanças evolutivas na plasticidade fenotípica pode ser atribuída a três categorias gerais: seleção, migração e interrupção do sistema gênico.

Lin et al. (1986), afirmam que existem basicamente três conceitos de estabilidade, a saber: Tipo 1 – a variedade, ou genótipo, será considerada estável se sua variância entre ambientes é pequena; Tipo 2 - a variedade, ou genótipo, será considerada estável se sua resposta ao ambiente é paralela ao desempenho médio de todos os materiais genéticos avaliados nos ensaios; Tipo 3 - a variedade, ou genótipo, será considerada estável se o quadrado médio dos desvios de regressão, que avalia a estabilidade, é pequeno.

O Tipo 1, denominado de estabilidade no sentido biológico por Becker (1981), equivale à variedade que mostra um desempenho constante com a variação do ambiente. Esse tipo de estabilidade não é desejável agronomicamente, porque o desempenho do material genético não acompanha a melhoria do ambiente, sendo que para Ferreira (2006) a sua utilização só é aconselhável quando a variação ambiental é restrita. Segundo Rosse et al. (2002), um dado genótipo pode mudar o seu ângulo de resposta à melhoria do ambiente num ponto à direita ou à esquerda da média ambiental.

O Tipo 2, denominado de estabilidade no sentido agrônômico por Becker (1981), ocorre nas situações em que o material mostra interações mínimas com o ambiente. Em outras palavras, ela acompanha o desempenho médio obtido nos ambientes.

As estabilidades biológica e agrônômica são também denominadas de estabilidade estática e dinâmica, respectivamente (FERREIRA et al., 2006).

Alguns autores ressaltam que as análises de adaptabilidade e estabilidade, para a identificação de genótipos com comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais, são os meios mais utilizados para amenizar as consequências da interação entre genótipo e ambiente e de obter informações para fazer a recomendação de cultivares com maior critério.

Quanto aos métodos estatísticos para análises de interação, Freeman (1973) descreveu vários destes, abordando análises de interação, em geral, e interação genótipo x ambiente, em particular, além de ter referenciado quase 100 trabalhos prévios. Entre as referências mais antigas citadas por Freeman (1973) está a de Fisher e Mackenzie (1923), que fizeram análise de variância para estudar a resposta

de variedades de batata. Sprague e Federer (1951) citados por Freeman (1973), mostraram como os componentes de variância poderiam ser usados para separar os efeitos de genótipos, ambientes e a interação entre estes. Miller et al. (1959) citados por Freeman (1973), contextualizaram a interação genótipo x ambiente no melhoramento de plantas em estudos com algodão.

Westcott (1986) também fizeram uma avaliação de alguns métodos de análise de interação genótipo x ambiente, apontando técnicas inovadoras, comentando sobre métodos estabelecidos e apontando outros que são negligenciados.

Segundo Ramalho et al. (2005), o processo rotineiro de se investigar as interações entre cultivares e ambientes é a análise conjunta da variância, envolvendo vários experimentos. Mas não apenas detectar o efeito da interação genótipo x ambiente, o melhorista precisa subdividi-la para saber o que ela contém. Dessa forma, a variância da interação pode ser dividida em duas partes. A primeira é uma função da diferença na variabilidade genética dentro dos ambientes e denomina-se interação simples. A segunda é proveniente da falta de correlação entre o genótipo de um ambiente para outro, correspondendo à interação complexa, indicando que o genótipo superior em um ambiente pode não manter a classificação noutro ambiente.

Mais recentemente, uma ampla discussão sobre os métodos biométricos disponíveis para avaliação da estabilidade fenotípica no melhoramento de plantas foi apresentada por Ferreira et al. (2006).

Para fins ilustrativos, na Figura 1, o desempenho médio de dois genótipos (A e B) são mostrados em dois ambientes (A1 e A2) para evidenciar o efeito ambiental, a presença e ausência de um efeito de interação e os dois tipos básicos de interação (FERREIRA et al., 2006). Na Figura 1A e 1B verifica-se a ausência de interação. Nestes casos, as linhas dos genótipos são paralelas, com o genótipo A mostrando uma maior resposta que o genótipo B e ausência de efeito ambiental na Figura 1B. A Figura 1C e 1D mostra efeitos de interação, sendo que no caso 1C a interação é do tipo simples, com o genótipo B superior para os dois ambientes (A1 e A2). Assim como nos casos de ausência de interação (Figuras 1A e 1B), a

interação simples (1C), não causam problemas com a seleção e recomendação de cultivares, pois não altera a classificação dos genótipos nos vários ambientes. Na Figura 1D a interação é complexa. Segundo Ferreira et al. (2006), este é o caso mais importante para o melhorista de plantas, porque o genótipo A tem uma menor média no ambiente A1, mas uma maior média no ambiente A2, ou seja, altera-se a classificação das cultivares frente aos ambientes avaliados. A maior parte das situações reais mostram uma mistura dos casos apresentados nas Figuras 1A e 1D.

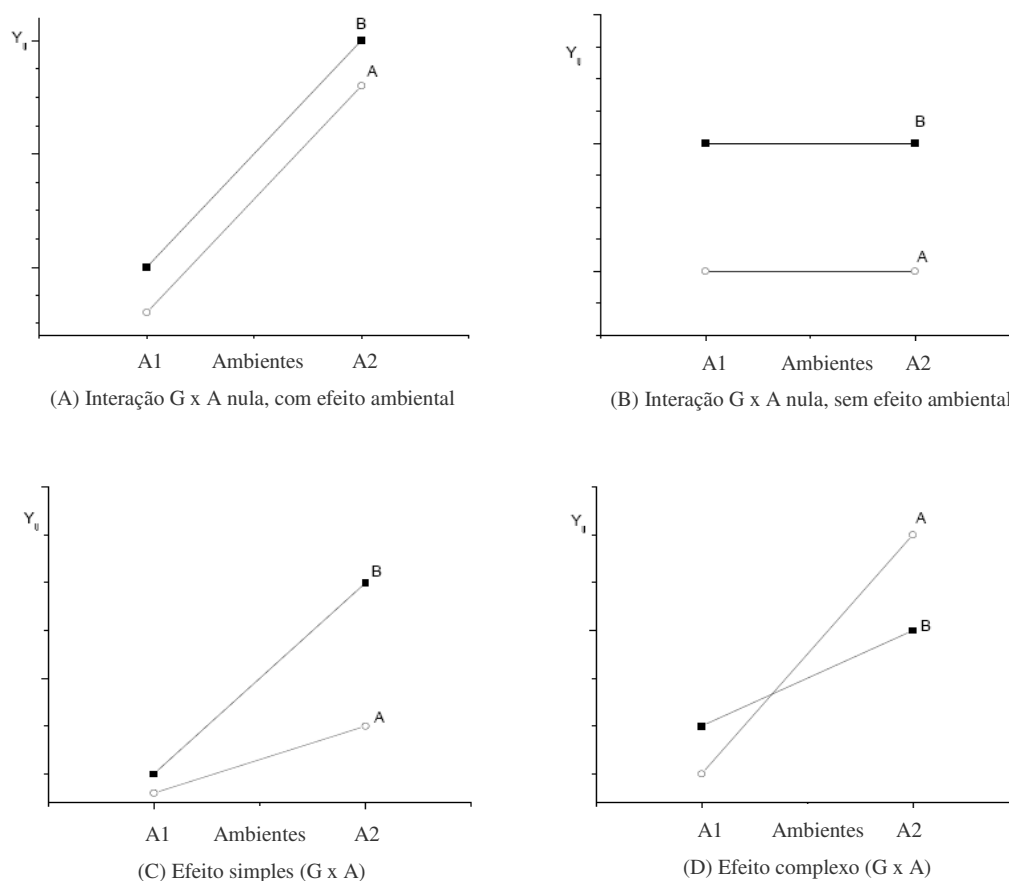


Figura 1. Padrões de comportamento dos genótipos em diferentes ambientes destacando os dois tipos fundamentais de interação, considerando somente um caso simples de dois genótipos e dois ambientes (Adaptado de FERREIRA et al., 2006).

Um dos objetivos da maioria dos programas de melhoramento genético de plantas é estimar quanto da variação fenotípica se deve à interação. Por meio dessas informações, os trabalhos podem ser direcionados visando-se atenuar os efeitos da interação ou até mesmo utilizá-la na obtenção de plantas para condições específicas. Para se estimar a interação e, além disso, procurar alternativas para atenuar o seu efeito, é necessário a realização da análise conjunta desses experimentos. Como comentado anteriormente, Ramalho et al. (2005) discutem a forma de realizar essa análise conjunta e algumas implicações da interação genótipos x ambientes no trabalho dos melhoristas.

Porém, segundo Ferreira (2006), uma dificuldade que surge na análise conjunta, é saber se os efeitos são fixos ou aleatórios, pois a obtenção das esperanças matemáticas dos quadrados médios e do valor do teste F depende da natureza do modelo que fundamenta as observações. Quanto a isso, Chaves (2001) esclarece que um efeito é considerado aleatório quando se refere a uma amostra de uma população maior. Neste caso, os resultados obtidos a partir da amostra podem ser extrapolados para a população como um todo. Quando os fatores envolvidos na análise (genótipos e/ou ambientes, no caso) representam situações particulares bem definidas, os efeitos são considerados fixos e os resultados só se aplicam àquele conjunto específico. A natureza fixa ou aleatória da interação é determinada pelos efeitos principais. Se genótipos e ambientes são fixos, a interação será fixa. Se pelo menos um dos fatores for aleatório, a interação será aleatória.

Vencovsky e Barriga (1992) e Cruz (2006) fornecem vários esquemas de análise de variância conjunta para a obtenção das esperanças matemáticas dos quadrados médios e do teste F para quantificação da interação genótipos por ambientes.

Várias metodologias têm sido propostas no sentido de minimizar o efeito da interação (G x A). Algumas dessas propostas incluem: a) identificar os genótipos específicos para cada ambiente; b) realizar o zoneamento ecológico; c) identificar genótipos com maior estabilidade fenotípica. O zoneamento ecológico ou estratificação de ambientes, ou seja, identificar regiões ou sub-regiões onde o efeito da interação seja não significativo pode levar à identificação de genótipos

que se adaptam a ambientes específicos e ainda identificar genótipos com uma ampla adaptação ou estabilidade (RAMALHO et al., 1993, citado por ROCHA, 2002). Dessas três opções, a identificação de genótipos com maior estabilidade tem sido a mais utilizada.

A literatura apresenta diversas metodologias para avaliação da estabilidade (BECKER, 1981; LIN et al., 1986). Esta informação pode ser verificada pelo valor de quadrados médios, em percentagem, dado por cada genótipo na análise de desdobramento de ambientes dentro de genótipos. De outra forma, o efeito dos genótipos na interação podem ser analisados levando-se em consideração o tipo de estabilidade. Quanto a isso, os fitomelhoristas geralmente estão de acordo sobre a importância de uma boa “estabilidade fenotípica”, mas há muito menos acordo sobre a definição apropriada de “estabilidade” e a respeito das mensurações estatísticas da mesma (BECKER, 1981). Por muito tempo, muitos melhoristas usaram o termo “estabilidade” para caracterizar um genótipo que apresentasse produção constante em ambientes diversos. Eles, consequentemente, observavam variedades com uma variância mínima quando submetidas a diferentes ambientes. Para Becker (1981), esta idéia de estabilidade é concordante com o conceito de homeostase, amplamente utilizado na genética, podendo ser chamado de “conceito biológico” da estabilidade. Lin et al. (1986), comentam que esse tipo de estabilidade pode ser medido simplesmente a partir da variância de cada variedade (σ^2) nos diferentes ambientes. Todavia, um genótipo que apresente desempenho constante em todos os ambientes, não responde às melhorias das condições de cultivo. Por esta razão, muitos agrônomos não consideram este tipo de estabilidade como desejável. Diante disso, Wricke (1962, 1964), citado por Becker (1981), propuseram calcular a ecovalência, como sendo a contribuição de um determinado genótipo para a soma de quadrados da interação genótipo x ambiente. Segundo os autores dessa metodologia, o material genético mais estável é aquele com menor estimativa para a ecovalência. Ou seja, é o genótipo com menor contribuição para a interação genótipos por ambientes. Por meio deste método estabeleceu-se o “conceito agrônomo” de estabilidade, ou seja, o genótipo é considerado estável se este produz bem em relação ao potencial produtivo dos ambientes testes. A

determinação da ecovalência constitui-se num dos procedimentos mais utilizados na avaliação da estabilidade, sobretudo pela sua facilidade.

Para estabilidade do potencial produtivo e/ou componentes da produção são muitos os trabalhos encontrados na literatura para os mais diversos tipos de cultivo, como cereais (GAMA et al., 2000; MISHRA et al., 2006; FAN et al., 2007; COIMBRA et al., 2009), espécies florestais (RESENDE et al., 1992; NUNES et al., 2002), fibrosas (HOOGERHEIDE, 2004), oleaginosas (ROCHA, 2002; PORTO et al., 2007), açucareira (SILVA, 2008) e hortícolas (PHILLIPS et al., 1979; GUALBERTO et al., 2002; NUNES et al., 2006; ORTIZ et al., 2007; SILVA et al., 2008), entre outras, sendo também considerável a quantidade de trabalhos enfocando as análises estatísticas (DUARTE; ZIMMERMANN, 1992; FLORES et al., 1998; VARGAS et al., 2001; COTES et al., 2006; EDWARDS; JANNINK, 2006) e estatístico-genéticas (LEE et al., 2003).

Vale salientar que, com exceção do trabalho realizado por Silva et al. (2008), não foram encontrados outros relatos de estudos de estabilidade com a cultura da melancia no Brasil. Neste trabalho, Silva et al. (2008) avaliaram sete cultivares de melancia quanto à produção de frutos comercializáveis em dois municípios do Pólo Agrícola Mossoró-Assu, totalizando seis ambientes, tendo observado que as interações Cultivar x Ano e Cultivar x Local foram não significativas, embora tenha se observado efeito significativo da interação tripla. De outra forma, Nunes et al. (2006), avaliando o comportamento de 12 híbridos de melão amarelo quanto à produtividade e teor de sólidos solúveis, em três municípios do Rio Grande do Norte, por três anos, verificaram grande variação entre ambientes e híbridos, tendo-se detectado interação significativa entre os fatores com predominância da parte complexa da interação. Estes autores observaram que alguns genótipos caracterizaram-se por suportar ambientes abaixo da média e responderem à melhoria das condições do ambiente, denominando-os como materiais com resposta dupla desejável.

Para estudos com populações tradicionais de espécies cultivadas, cita-se o trabalho realizado por Haussmann et al. (2007), que avaliaram a variabilidade para mecanismos de adaptação climática em milho no oeste da África e o de Torres

Filho (2008), estudando germoplasma de meloeiro do Nordeste brasileiro. Este último autor estudou a influência do ambiente (dois anos) na seleção de descritores morfo-agronômicos de germoplasma de meloeiro, concluindo que o descarte de descritores e o agrupamento dos acessos foram dependentes das condições de avaliação, principalmente devido aos efeitos de ano e da interação acessos x anos.

Quanto à interação genótipo x ambiente para resistência a fitopatógenos alguns trabalhos são relatados na literatura. Embora, se tenham relatos deste tipo de estudo em espécies hortícolas (PHILLIPS et al., 1979; HAYNES et al., 1997; ZINSOU et al., 2005), os trabalhos realizados abrangeram, em sua maioria, culturas como milho (COSTA, 2001; BRUNELLI, 2004), trigo (FUENTES et al., 2005; JOSHI et al., 2007), cevada (PINNSCHMIDT; HOVMOLLER, 2002) e soja (ROCHA, 2002).

Zinsou et al. (2005) estudaram o efeito de interação genótipo x ambiente entre genótipos locais e cultivares melhoradas de mandioca em diferentes ecozonas de Benin, na África, quanto à resistência ao crestamento bacteriano. Dentre os 37 genótipos testados, vários deles puderam ser recomendados para agricultores de ecozonas específicas e um dos genótipos (TMS30572) revelou-se relativamente estável quanto à resistência à bacteriose e com alta produção através das ecozonas.

Haynes et al. (1997) avaliaram a interação genótipo x ambiente na expressão da sarna comum [*Streptomyces scabies* (Thaxter) Lambert & Loria] em genótipos tetraplóides de batata (*Solanum tuberosum* L.). A análise estatística revelou efeito significativo de genótipos, ambientes e para a interação entre estes para área coberta da lesão e tipo de lesão. Os dados de variância indicaram que os genótipos resistentes foram os mais instáveis, enquanto uma maior estabilidade foi observada nos genótipos mais suscetíveis.

Phillips et al. (1979), avaliaram a interação genótipo x ambiente para resistência ao nematóide dos cistos em um híbrido *Solanum vernei* x *S. tuberosum*. Os resultados obtidos detectaram a presença de interação genótipo x ambiente, sendo que a regressão linear das médias fenotípicas nos ambientes mostrou-se como uma possibilidade de averiguar os efeitos da interação para a obtenção de boas predições.

Brunelli (2004), avaliando linhagens de milho quanto à resistência à mancha de cercóspora (*Cercospora zae-maydis*), verificou interação genótipo x ambiente, tendo comentado que este comportamento pode ter explicação em duas hipóteses básicas. Uma estaria relacionada ao fato do ambiente influenciar a expressão dos genes que regulam a resistência nos genótipos estudados. Em outra, a presença de populações geneticamente diferentes do patógeno poderia estar agindo em cada um dos ambientes estudados.

Costa (2001), avaliando o efeito de ambientes (locais x doses de nitrogênio x época de semeadura) na incidência e severidade de *Phaeosphaeria maydis* em genótipos de milho, verificou diferenças significativas entre os genótipos, quando considerou os locais de realização dos mesmos. Para o autor, esta interação foi resultante da avaliação dos genótipos em localidades distintas quanto à pressão do patógeno e condições climáticas.

Joshi et al. (2007) fizeram uma associação entre ambientes e a expressão da queima da folha do trigo (*Cochliobolus sativus*) no Sul da Ásia, visando identificar sub-regiões homogêneas para contribuir para uma diferenciação de cultivares de forma mais eficiente. Concluíram nesse trabalho que a maior região produtora de trigo do Sul da Ásia poderia ser dividida dentro de sub-regiões, as quais podem reduzir o custo de avaliação de resistência e auxiliar no desenvolvimento de cultivares de trigo com resistência a essa doença. Afirmaram ainda que o componente que mais contribuiu para a classificação dos ambientes foi a temperatura média.

Fuentes et al. (2005), avaliando a estabilidade de trigo em relação à resistência à fusariose (*Fusarium graminearum* Schwabe), observaram que a maioria das cultivares, incluindo as suscetíveis, apresentaram estabilidade para a referida reação, mas indicaram que as avaliações deveriam ser feitas em no mínimo três ambientes para se obter uma caracterização acurada dos níveis de resistência dos genótipos.

Pinnschmidt e Hovmoller (2002), avaliando a interação genótipo x ambiente na expressão da resistência de variedades de cevada à mancha de pirenófora (*Pyrenophora teres*), comentaram que o efeito da interação genótipo x

ambiente levou a uma classificação relativa das variedades através dos ambientes. Por outro lado, verificaram que alguns genótipos foram pouco afetados pelo efeito da interação genótipo x ambiente, sugerindo que estes representavam boas fontes de resistência não-específica.

Rocha (2002), afirma que as doenças e pragas destacam-se como os fatores bióticos que mais têm influído no comportamento diferencial de genótipos de soja entre ambientes. Este autor exemplifica com o cancro da haste da soja, causado pelo fungo *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis* Morgan-Jones, o nematóide de cisto da soja (*Heterodera glycines* Ichinohe) e a síndrome da morte súbita ou podridão vermelha das raízes, causada por *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. f. sp. *glycines* Roy.

Segundo Alarcón (2008), nas etapas preliminares de experimentação (com avaliações normalmente em uma só localidade), a interação G x A pode elevar as estimativas da variância genética, resultando em superestimativas dos ganhos genéticos esperados com a seleção (ganhos reais inferiores aos previstos).

O efeito de anos é caracterizado como um fator imprevisível. A avaliação das interações genótipos x anos é de suma importância, pois fornece informações sobre a previsibilidade do comportamento dos genótipos frente aos fatores ambientais, no tempo. Vencovsky e Barriga (1988), citados por Rocha (2002), enfatizam que, para o produtor rural, é mais importante que um cultivar seja estável ao longo dos anos.

Becker e Leon (1988), citados por Rocha (2002), comentam que as interações genótipo x ambiente podem ser parcialmente entendidas como um resultado de uma reação diferencial a fatores de estresses ambientais como secas ou doenças e, conseqüentemente, o melhoramento da resistência é de suma importância para melhorar a estabilidade de produção.

Crossa (1990), citado por Hoogerheide (2004), comenta que se o experimento é realizado em apenas um ambiente, pode ocorrer uma superestimação dos ganhos genéticos e se a interação for do tipo complexa, a recomendação de cultivares para ambientes diferentes daqueles onde foram selecionados, poderá contribuir para a redução do ganho com a seleção. Para que a interação cultivar x

ambiente seja detectada, faz-se necessário, que os mesmos genótipos sejam repetidos em no mínimo dois ambientes.

Considerando que a expressão da alternariose em cultivos de melancia no Submédio São Francisco é fortemente influenciada por fatores climáticos, como temperatura e umidade relativa, faz-se necessário a avaliação de genótipos em diferentes épocas visando identificar a magnitude da interação genótipo x ambiente sobre a expressão desse caráter e a possibilidade de selecionar fontes de resistência para serem utilizadas em programas de melhoramento da cultura.

REFERÊNCIAS

ALARCÓN, S. A. **Imputação de dados em experimentos com interação genótipo por ambiente: uma aplicação a dados de algodão**. 2008. 82f. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agronômica) - ESALQ/USP, Piracicaba, 2008.

ALLARD, R. W. **Princípios do Melhoramento das plantas**. São Paulo: Edgard Blucher, 1960. 381p.

AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. A. C. S.; FARO, Z. P. Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista de Nutrição**, v.19, n.2, p.233-243, mar./abr. 2006.

AMORIM, L. Avaliação de doenças. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v.1, p.647-671, 1995.

ARAÚJO, J. L. P.; CORREIA, R. C.; MARINHO, L. M.; RAMALHO, P. J. P. **Estudos da composição dos custos e da viabilidade econômica do sistema de produção de melancia na região do Submédio São Francisco**. Disponível em: <www.cnpat.embrapa.br/sbsp/anais/resumos_trab/32>. Acesso em: 25 abr. 2008.

ARAÚJO, M. F. C. **Teste estatístico para contribuição de genótipos e ambientes na matriz de interação GE**. 2008. 113f. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agronômica) - ESALQ/USP, Piracicaba, 2008.

BABADOOST, M. Alternaria leaf spot or blight of cucurbits. **Plant Disease Reporter**, v.918, p.1-3, 1989.

BATISTA, P. F.; PEIXOTO, A. R.; SILVA, M. A.; LIMA NETO, I. S.; PAZ, C. D.; ARAGÃO, C. A. Hospedeiros alternativos de *Alternaria cucumerina*. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.1, 2007. Suplemento. (Trabalho apresentado no 47º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2007).

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

BHARATH, B. G.; LOKESH, S.; RAI, V. R.; PRAKASH, H. S.; YASHOVARMA, B.; SHETTY, H. S. Role of foliar spray in the infection biology and management of fungal diseases of watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum and Nakai]. **World Journal of Agricultural Sciences**, v.1, n.2, p.105-108, 2005.

BOURÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 4.ed. Viçosa: UFV, 2005. 525p.

BORGES, I. V.; PEIXOTO, A. R. Detecção de doenças em cucurbitáceas no Submédio São Francisco. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNEB, 10., Salvador-BA. **Anais...**, Salvador: EDUNEB, 2006. p.114.

BOYHAN, G. E.; NORTON, J. D. Inheritance of resistance to *Alternaria* leaf blight in muskmelons. **HortScience**, v.27, n.10, p.1114-1115, 1992.

BREWBAKER, J. L. **Genética na agricultura**. São Paulo: Polígono e Editora da Universidade de São Paulo, 1969. 224 p.

BRUNELLI, K. R. ***Cercospora zeae-maydis*: Esporulação, diversidade morfo-genética e reação de linhagens de milho**. 2004. 105f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - ESALQ/USP, Piracicaba, 2004.

BYTH, D. E.; EISEMANN, R. L.; LACY, I. H. Two-way pattern analysis of a large data set to evaluate genotypic adaptation. **Heredity**, v.37, n.2, p.215-230, 1976.

CARMODY, B. E.; MILLER, M. E.; CRISHAM, M. P. A technique for screening cantaloupe seedlings for *Alternaria cucumerina* resistance. **Phytopathology**, v.73, p.499, 1983.

CARMODY, B. E.; MILLER, M. E.; CRISHAM, M. P. A technique to screen muskmelons for resistance to *Alternaria* leaf blight. **Plant Disease**, v.69, p.426-428, 1985.

CHAVES, L. J.; Interação de genótipos com ambientes. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES, M. C. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001, p.673-713.

COELHO, R. S. B.; GURGEL, L. M. S.; TAVARES, S. C. C. H. Controle de doenças do melão pelo uso de cultivares resistentes. In: TAVARES, S. C. C. H. (ed.) **Melão**. Fitossanidade: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.40-45. (Frutas do Brasil, 25).

COIMBRA, J. L. M.; BERTOLDO, J. G.; ELIAS, H. T.; HEMP, S.; VALE, N. M.; TOALDO, D.; ROCHA, F.; BARILI, L. D.; GARCIA, S. H.; GUIDOLIN, A. F.; KOPP, M. M. Mineração da interação genótipo x ambiente em *Phaseolus vulgaris* L. para o Estado de Santa Catarina. **Ciência Rural**, v.39, n.2, p.355-363, mar./abr. 2009.

COSTA, C. P.; PINTO, C. A. B. P. Melhoramento da melancia. In: PINTO, C. A. B. **Melhoramento de hortaliças**: revisão. Piracicaba: ESALQ, 1977. v.2, p.196-209.

COSTA, F. M. P. **Severidade de *Phaeosphaeria maydis* e rendimento de grãos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes ambientes e doses de nitrogênio**. 2001. 99f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - ESALQ/USP, Piracicaba, 2001.

COTES, J. M.; CROSSA, J.; SANCHES, A.; CORNELIUS, P. L. A bayesian approach for assessing the stability of genotypes. **Crop Science**, v.46, p.2654-2665, 2006.

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

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390p.

DIAS, R. C. S.; QUEIRÓZ, M. A.; MENEZES, M. Fontes de resistência em melancia a *Didymella bryoniae*. **Horticultura Brasileira**, v.14, n.1, p.15-18, maio 1996.

DIAS, R. C. S.; QUEIRÓZ, M. A.; MENEZES, M.; BORGES, R. M. E. Avaliação da resistência a *Sphaerotheca fuliginea* e a *Didymella bryoniae* em melancia. **Horticultura Brasileira**, v.17, p.13-19, 1999. Suplemento.

DUARTE, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. Comparison of three methods used for the study of adaptation and phenotypic stability in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Genética**, v.15, n.1, p.125-136, jan./abr. 1992.

EDWARDS, J. W.; JANINK, J. L. Bayesian modeling of heterogeneous error and genotype x environment interaction variances. **Crop Science**, v.46, p.820-833, 2006.

EGEL, D.; HARMON, P. Effects of Nozzle type and spray pressure on control of alternaria leaf blight of muskmelon with chlorothalonil. **Plant Disease**, v.85, n.10, p.1081-1084, 2001.

ELLIS, M. B.; HOLLIDAY, P. *Alternaria cucumerina*. CMI Descriptions of Fungi and Bacteria. CAB International, 1970. Disponível em: <<http://www.cababstractsplus.org>>. Acesso em: 10 maio 2008.

FAN, X. M.; KANG, M. S.; CHEN, H.; ZHANG, Y.; TAN, J.; XU, C. Yield stability of maize hybrids evaluated in multi-environment trials in Yunnan, China. **Agronomy Journal**, v.99, p.220-228, 2007.

FAO **faostat**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat/servlet/XteServlet3>>. Acesso em: set. 2006.

FAZZA, A. C. **Caracterização e ocorrência de agentes causais de oídio em cucurbitáceas no Brasil e reação de germoplasma de meloeiro**. 2006. 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia (Fitopatologia)) - ESALQ, Piracicaba, 2006.

FERRAZ, E.; RESENDE, L. V.; LIMA, G. S. A.; SILVA, M. C. L.; FRANÇA, J. G. E.; SILVA, D. J. Redenção: nova cultivar de tomate para indústria resistente a geminivírus e tospovírus. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.3, p.578-580, jul./set. 2003.

FERREIRA, M. A. J. F.; QUEIRÓZ, M. A.; BRAZ, L. T.; VENCOVSKY, R. Correlações genótípicas, fenotípicas e de ambiente entre dez caracteres de melancia e suas implicações para o melhoramento genético. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.3, p.438-442, jul./set. 2003.

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

FERREIRA, P. V. **Melhoramento de plantas**: estimação de parâmetros genéticos. Maceió: EDUFAL, 2006. v3.

FLORES, F.; MORENO, M. T.; CUBERO, J. I. A comparison of univariate and multivariate methods to analyze G x E interaction. **Field Crops Research**, v.56, p.271-286, 1998.

FREEMAN, G. H. Statistical methods for the analysis of genotype-environment interactions. **Heredity**, v.31, n.3, p.339-354, 1973.

FUENTES, R. G.; MICKELSON, H. R.; BUSH, R. H.; MACKY, R. D.; EVANS, C. K.; THOMPSON, W. G.; WIERSMA, J. V.; XIE, W.; DONG, Y.; ANDERSON, J. A. Resource allocation and cultivar stability in breeding for fusarium head blight resistance in spring wheat. **Crop Science**, v.45, p.1965-1972, 2005.

GAMA, E. E. G.; PARENTONI, S. N.; PACHECO, C. A. P.; OLIVEIRA, A. C.; GUIMARÃES, P. E. O.; SANTOS, M. X. Estabilidade da produção de germoplasma de milho avaliado em diferentes regiões do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.6, p.1143-1149, jun. 2000.

GOMES, F. S. Carotenóides: uma possível proteção contra o desenvolvimento de câncer. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.20, n.5, p.537-548, set./out. 2007.

GUALBERTO, R.; BRAZ, L. T.; BANZATTO, D. A. Produtividade, adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de tomateiro sob diferentes condições de ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.1, p.81-88, jan. 2002.

HAUSSMANN, B. I. G.; BOUREIMA, S. S.; KASSARI, I. A.; MOUMOUNI, K. H.; BOUBACAR, A. Mechanisms of adaptation to climate variability in West African pearl millet landraces – a preliminary assessment. **Open Access Journal by ICRISAT**, v.3, n.1, 2007.

HAYNES, K. G.; GOTH, R. W.; YOUNG, R. J. Genotype x environment interactions for resistance to common scab in tetraploid potato. **Crop Science**, v.37, p.1163-1167, 1997. (Abstract).

HOOGERHEIDE, E. S. S. **Estabilidade fenotípica de cultivares de algodoeiro herbáceo em diferentes sistemas de produção no estado do Mato Grosso**. 2004. 80f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – ESALQ/USP, Piracicaba, 2004.

IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA**. 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 abr. 2008.

JOLY, A. B. **Botânica**: introdução à taxonomia vegetal. 8.ed. São Paulo: NACIONAL, 1987. 777p.

JOSHI, A. K.; FERRARA, G. O.; CROSSA, J.; SINGH, G.; ALVARADO, G.; BHATTA, M. R.; DUVEILLER, E.; SHARMA, R. C.; PANDIT, D. B.; SIDDIQUE, A. B.; DAS, S. Y.; SHARMA, R. N.; CHAND, R. Associations of environments in South Asia based on spot blotch disease of wheat caused by *Cochliobolus sativus*. **Crop Science**, v.47, p.1071-1081, 2007.

KIMATI, H.; CARDOSO, C. O. N.; BERGAMIN FILHO, A. Doenças das Cucurbitáceas. In: GALLI, F. et al. **Manual de Fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980, v.2, p.251-269.

KUCHAREK, T. Alternaria leaf spot of cucurbits. **Plant Pathology**, p.32-35, 2000.

KUROZAWA, C.; PAVAN, M.A. Doenças das Cucurbitáceas. In: KIMATI, H. et al. **Manual de Fitopatologia**: princípios e conceitos. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, p.325-337, 1997.

LEE, E. A.; DOERKSEN, T. K.; KANNENBERG, L. W. Genetic components of yield stability in maize breeding populations. **Crop Science**, v.43, p.2018-2027, 2003.

LIMA, M. F.; QUEIRÓZ, M. A.; DIAS, R. C. S. Avaliação de germoplasma de melancia a viroses no Submédio do Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**. v.17, p.20-22, 1999. Suplemento.

LIMA NETO, I. S.; QUEIRÓZ, M. A.; PEIXOTO, A. R.; BORGES, I. V.; SILVEIRA, L. M.; SILVA, M. L. Reação de acessos de melancia à queima de *Alternaria*. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.1, p.1488-1491, 2006. Suplemento. CD-ROM. (Trabalho apresentado no 46º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2006).

LIMA NETO, I. S.; PEIXOTO, A. R.; BORGES, I. V.; QUEIRÓZ, M. A.; BATISTA, P. F.; SILVA, M. A. Avaliação de métodos de inoculação de *Alternaria* sp. em plântulas de melancia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 40., Maringá-PR. **Anais...**, Brasília: Fitopatologia Brasileira, 2007a. v.32, p.170-170.

LIMA NETO, I. S.; PEIXOTO, A. R.; SILVA, M. A.; BATISTA, P. F.; QUEIRÓZ, M. A. Avaliação de diferentes concentrações de *Alternaria* sp. em plântulas de melancia pelo método de pulverização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 40., Maringá-PR. **Anais...**, Brasília: Fitopatologia Brasileira, 2007b. v.32, p.171-171.

LIMA NETO, I. S. **Pesquisa aplicada em melhoramento de hortaliças**. 2007. 54f. Relatório de Estágio Curricular Supervisionado (Graduação em Engenharia Agrônoma) - DTCS, UNEB, Juazeiro, 2007.

LIMA NETO, I. S.; QUEIRÓZ, M. A.; PEIXOTO, A. R.; RAMOS, C. M. C.; QUEIROZ, S. O. P.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, R. S.; WENZEL, O.; SILVEIRA, L. M.; NUNES, G. H. S.; SILVA, M. L. Reação de melancia à queima de alternária (*Alternaria cucumerina*) sob estresse hídrico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória-ES. **Anais...**, Vitória: INCAPER, 2008.

LIN, C. S.; BINNS, M. R.; LEFKOVITCH, L. P.; Stability analysis. Where do we stand? **Crop Science**, v.26, p.894-900, 1986. (Abstract).

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A method of analyzing cultivar x location x year experiments: a new stability parameter. **Theoretical and Applied Genetics**, v.76, p.425-430, 1988. (Abstract).

MERCURE, P. S. **Leaf and Fruit Diseases of Cucurbits I**. IPM Program Assistant, University of Connecticut, 1998. Disponível em: <www.hort.uconn.edu/ipm/styles>. Acesso em: 20 abr. 2008.

MILLER, P. M. V8 juice agar as a general-purpose medium for fungi and bacteria. **Phytopathology**, v.45, n.8, p.461-462, 1955.

MIRANDA, F. R.; RODRIGUES, A. G.; SILVA, H. R.; SILVA, W. L. C.; SATURNINO, H. M.; FARIA, F. H. **Instruções técnicas sobre a cultura da melancia**. Belo Horizonte, 1997. 28p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 51).

MISHRA, R.; BAENZIGER, P. S.; RUSSEL, W. K.; GRAYBOSCH, R. A.; BALTENSPERGER, D. D.; ESKRIDGE, K. M. Crossover interactions for grain yield in multienvironmental trials of winter wheat. **Crop Science**, v.46, p.1291-1298, 2006.

MOHR, H. C. Watermelon breeding. In: BASSET, M.J. **Breeding vegetables crops**. Westport: Avi, p.37-66, 1986.

NORTON, J. D.; BOYHAN, G. E. Resistance to *Alternaria cucumerina* in muskmelon. **HortScience**, v.18, p.602, 1983.

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

NUNES, G. H. S.; MADEIROS, A. E. S.; GRANGEIRO, L. C.; SANTOS, G. M.; SALES JÚNIOR, R. Estabilidade fenotípica de híbridos de melão amarelo avaliados no Pólo Agrícola Mossoró-Assu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.9, p.1369-1376, set. 2006.

OLIVEIRA, V. B.; QUEIRÓZ, M. A.; LIMA, A. A. Fontes de resistência em melancia aos principais potyvírus isolados de cucurbitáceas no Nordeste brasileiro. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.4, p.589-592, dez. 2002.

ORTIZ, R.; CROSSA, J.; VARGAS, M.; IZQUIERDO, J. Studying the effect of environmental variables on the genotype x environment interaction of tomato. **Euphytica**, v.153, p.119-134, 2007.

PHILLIPS, M. S.; FORREST, M. S.; HAYTER, A. M. Genotype x environment interaction for resistance to the white potato cyst nematode (*Globodera pallida*, pathotype E) in *Solanum vernei* x *S. tuberosum* hybrids. **Euphytica**, v.28, p.515-519, 1979.

PINNSCHMIDT, H. O.; HOVMOLLER, M. S. Genotype x environment interactions in the expression of net blotch resistance in spring and winter barley varieties. **Euphytica**, v.125, p.227-243, 2002.

PORTO, W. S.; CARVALHO, C. G. P.; PINTO, R. J. B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.4, p.491-499, abr. 2007.

QUEIRÓZ, M. A. Potencial do germoplasma de Cucurbitáceas no Nordeste brasileiro. **Horticultura Brasileira**, v.11, n.1, p.7-9, maio 1993.

QUEIRÓZ, M. A.; RAMOS, S. R. R.; MOURA, M. C. C. L.; COSTA, M. S. V.; SILVA, M. A. S. Situação atual e prioridade do banco ativo de germoplasma (BAG) de Cucurbitáceas do Nordeste brasileiro. **Horticultura Brasileira**, v.17, p.25-29, Suplemento, 1999a.

QUEIRÓZ, M. A.; DIAS, R. C. S.; SOUZA, F. F.; FERREIRA, M. A. J. F.; ASSIS, J. G. A.; BORGES, R. M. E.; ROMÃO, R. L.; RAMOS, S. R. R.; COSTA, M. S. V.; MOURA, M. C. C. L. Recursos genéticos e melhoramento de melancia no Nordeste brasileiro. In: **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste brasileiro**. (on line). Versão 1.0. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido / Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, nov. 1999b. Disponível em: <www.cpatsa.embrapa.br>. Acesso em mar. 2008.

QUEIRÓZ, M. A.; SILVEIRA, L. M.; TAVARES, S. C. H.; COSTA, N. D. Identificação de fonte de resistência à queima das folhas por *Alternaria*. In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, 16., **Anais...**, São Luis: SBG-MA, 2002. p.114.

QUEIRÓZ, M. A. Germplasm of Cucurbitaceae in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.4, n.4, p.377-383, 2004.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 322p.

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

RESENDE, M. D. V.; HIGA, A. R.; HELLER, J. B.; STEIN, P. P. **Parâmetros genéticos e interação genótipo x ambiente em teste de procedências de progênies de acácia-negra (*Acacia mearnsii*)**. Boletim de Pesquisa Florestas: Embrapa Florestas, n.24/25, p.55-65, 1992.

RIMANDO, A. M.; PERKINS-VEAZIE, P. M. Determination of citrulline in watermelon rind. **Journal of Chromatography A**, 1078, p.196-200, 2005.

ROCHA, M. M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica**. 2002. 173f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - ESALQ/USP, Piracicaba, 2002.

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

ROSSE, L. N.; VENCOSKY, R.; FERREIRA, D. F. Comparação de métodos de regressão para avaliar a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.1, p.25-32, jan. 2002.

SCHLICHTING, C. D. The evolution of phenotypic plasticity in plants. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v.17, p.667-693, 1986.

SILVA, M. L.; QUEIRÓZ, M. A.; FERREIRA, M. A. J. F.; BUSO, G. S. C. Caracterização morfológica e molecular de acessos de melancia. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.4, p.405-409, out./dez. 2006.

SILVA, M. A.; BATISTA, P. F.; PEIXOTO, A. R.; LIMA NETO, I. S.; BORGES, I. V. Caxixe (*Lagenaria* sp.) novo hospedeiro de *Alternaria* sp. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 40., Maringá-PR. **Anais...**, Brasília: Fitopatologia Brasileira, 2007a. v.32, p.181.

SILVA, M. A.; PEIXOTO, A. R.; LIMA NETO, I. S.; BATISTA, P. F.; BRANDÃO, N. S.; SOBRAL, A. N. Seleção de acessos de melão visando resistência a *Alternaria cucumerina*, no Submédio São Francisco. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNEB, 11, Salvador-BA. **Anais...**, Salvador: EDUNEB, 2007b. p.104.

SILVA, M. A. Interação genótipo x ambiente e estabilidade fenotípica de cana-de-açúcar em ciclo de cana ano. **Bragantia**, v.67, n.1, p.109-117, jan./abr. 2008.

SILVA, J. R.; NUNES, G. H. S.; NEGREIROS, M. Z.; TORRES, J. F.; DANTAS, M. S. M. Interação genótipo x ambiente em melancia no estado do Rio Grande do Norte. **Caatinga**, v.21, n.1, p.95-100, jan./mar. 2008.

SILVEIRA, L. M.; QUEIRÓZ, M. A.; LIMA, J. A. A.; NEGREIROS, M. Z.; RAMOS, N. F.; NASCIMENTO, A. K. Q. Seleção de acessos e progênies de melancia *Citrullus* spp. para resistência a três potyvirus. **Fitopatologia Brasileira**, v.30, n.4, p.394-399, jul./ago. 2005.

SOUZA, F. F.; QUEIRÓZ, M. A.; DIAS, R. C. S. Divergência genética em linhagens de melancia. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.2, p.179-183, abr./jun. 2005.

THOMAS, C. E. Inoculation conditions to evaluate resistance to *Alternaria cucumerina* (Ellis e Everh.) Elliot in Muskmelon. **Cucurbit Genetics Cooperative Report**, v.7, p.55-57, 1984.

THOMAS, C. E.; McCREIGHT, J. D.; JOURDAIN, E. L. Inheritance of resistance to *Alternaria cucumerina* in *Cucumis melo* line MR-1. **Plant Disease**, v.74, p.868-870, 1990.

TORRES FILHO, J. **Caracterização morfo-agronômica, seleção de descritores e associação entre a divergência genética e a heterose em meloeiro**. 2008. 150f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - UFERSA, Mossoró, 2008.

VARGAS, M.; CROSSA, J.; EEUWIJK, F. V.; SAYRE, K. D.; REYNOLDS, M. P. Interpreting treatment x environment interaction in agronomy trials. **Agronomy Journal**, v.93, p.949-960, 2001.

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

WATT, B. A. **Alternaria leaf blight of cucurbits**. Disponível em: <<http://pmo.umext.maine.edu/factsht/altercue>>. Acesso em: 19 mar. 2008.

WESTCOTT, B. Some methods of analysing genotype-environment interaction. **Heredity**, v.56, p.243-253, 1986.

ZINSOU, V.; KERSTIN, W.; AHOHUENDO, B.; HAU, B. Genotype x environment interactions in symptom development and yield of cassava genotypes with artificial and natural cassava bacterial blight infections. **European Journal of Plant Pathology**, v.111, p.217-233, 2005.

CAPÍTULO II

INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE NA REAÇÃO DE PROGÊNIES DE MELANCIA À ALTERNARIOSE NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar genótipos de melancia quanto à expressão de alternariose (*Alternaria cucumerina*) em dois ambientes, visando identificar parentais contrastantes, bem como obter informações relacionadas ao efeito da interação genótipo x ambiente. Realizou-se dois experimentos no Campo Experimental do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS), localizado no Campus III da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Juazeiro-BA, nos anos de 2006 e 2007, em áreas com histórico de alta incidência e severidade da doença. Em ambos os ensaios, os tratamentos consistiram de 14 genótipos de melancia, representados por 12 progênies e duas testemunhas (variedades Sugar Baby e Charleston Gray). Avaliou-se as plantas aos 75 dias após o transplante, sendo atribuídas notas, variando de um – planta mais resistente, a cinco – planta mais suscetível. Verificou-se que houve interação G x A na avaliação de genótipos de melancia quanto à resistência à alternariose no Submédio São Francisco com predomínio da parte complexa e que a maior parte da variância fenotípica observada foi explicada por fatores genéticos (74,5 %). Identificou-se uma fonte consistente para resistência à alternariose representada pela progênie P5 (91-0043) e como parental contrastante (suscetível) selecionou-se a variedade Sugar Baby. Ambas, demonstraram um alto potencial para fins de melhoramento, podendo ser utilizadas em estudo de herança da resistência a alternária.

Termos para indexação: *Citrullus lanatus*, melhoramento de melancia, *Alternaria cucumerina*.

**GENOTYPE-ENVIRONMENT INTERACTION IN THE REACTION OF
WATERMELON PROGENIES TO ALTERNARIA LEAF BLIGHT IN THE
SUBMIDDLE SÃO FRANCISCO REGION**

ABSTRACT

This work had the objective to evaluate watermelon genotypes resistance to alternaria leaf blight (*Alternaria cucumerina*) in two environments in order to identify contrasting parents as well as to get information related to environmental and genetic effects. Two experiments were carried out in the Experimental Field of the Department of Technology and Social Sciences (DTCS) at the Campus III of the University of the State of Bahia (UNEB), Juazeiro-BA in the years of 2006 and 2007 in areas with previous records of high incidence and severity of the disease. In both experiments, the treatments consisted of 14 watermelon genotypes comprising 12 progenies and two checks (Sugar Baby and Charleston Gray cultivars) were evaluated. The plants were evaluated 75 days after transplanting using a grading records ranging from: one – plants more resistant; to five – plants more susceptible. It was found G x A interaction in the evaluation of watermelon genotypes for alternaria leaf blight in the Submiddle São Francisco River Basin with predominance of the complex part of the interaction and that the major part of the phenotypic variance was accounted for genetic factors (74.5%). It was identified a consistent source for resistance to alternaria leaf light represented by the progeny P5 (91-0043) and as a contrasting susceptible parent the Sugar Baby variety was selected. Both, demonstrate a high potential for breeding purposes, and can be used in studies of inheritance of resistance of alternaria leaf blight.

Index terms: *Citrullus lanatus*, watermelon breeding, *Alternaria cucumerina*.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo da melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai] ocupa uma área plantada no Brasil superior a 90.000 ha com uma produtividade média de 19,5 t/ha (IBGE, 2006). Esta cultura gera emprego e renda em diferentes sistemas agrícolas. Contudo, as cultivares de melancia disponíveis no mercado brasileiro, na sua maioria, de origem americana são suscetíveis a muitas doenças, incluindo a alternariose causada pelo fungo *Alternaria cucumerina* (Ell & Ev.) Elliot.

A doença causa danos devido ao desfolhamento precoce que expõe os frutos à queimadura do sol, além de redução no tamanho e qualidade dos mesmos. Entre os métodos recomendados para o controle de doenças o emprego de variedades resistentes é o mais indicado, embora o controle químico seja o mais empregado pelos agricultores. Todavia, o uso de agrotóxicos além de se mostrar ineficiente em algumas condições, eleva os custos de produção, diminui a qualidade dos frutos e se constitui numa fonte de contaminação dos aplicadores e do meio ambiente.

Por outro lado, existe uma grande variabilidade genética na melancia cultivada na agricultura tradicional do Nordeste brasileiro sendo que grande parte dessa variabilidade foi resgatada e está armazenada no Banco de Germoplasma de Cucurbitáceas para o Nordeste brasileiro – BAG (QUEIRÓZ et al., 1999). Essa variabilidade tem sido estudada sob vários aspectos, incluindo resistência a doenças e características morfológicas de planta e fruto (DIAS et al., 1999; OLIVEIRA et al., 2002; FERREIRA et al., 2003; SILVEIRA et al., 2005; SOUZA et al., 2005; SILVA et al., 2006). No entanto, quanto à avaliação de acessos desse banco para a alternariose são poucos os estudos, sendo que algumas dessas observações têm sido realizadas ao longo dos anos em experimentos de manejo de germoplasma (multiplicação e/ou regeneração de sementes). Todavia, como os experimentos são conduzidos de forma não casualizada a seleção de genótipos com indicação de resistência à alternariose nesses ensaios é passiva de equívocos, pois não se tem o efeito ambiental isolado dos demais componentes de variação. Assim,

para a identificação de genótipos resistentes à alternariose torna-se necessário a realização de avaliações aprofundadas. Estudos preliminares efetuados em cultivos de melancia no Submédio São Francisco permitiram observar que fatores climáticos, como temperatura e umidade relativa, exercem uma forte influência sobre a expressão da alternariose.

Segundo Ramalho et al. (2005), em condições tropicais é esperado que o comportamento dos genótipos não seja coincidente nos diferentes ambientes a que eles são submetidos, isto é, é esperada a ocorrência de forte interação genótipos x ambientes.

Em hortaliças alguns trabalhos descrevem o desempenho de genótipos em função das variações ambientais, principalmente para avaliação de componentes de produção (GUALBERTO et al., 2002; NUNES et al., 2006; ORTIZ et al., 2007; SILVA et al., 2008). No tocante à interação genótipo x ambiente para resistência a fitopatógenos, vários autores relatam a presença desse componente em espécies hortícolas (HAYNES et al., 1997; ZINSOU et al., 2005) e várias outras espécies como milho (BRUNELLI, 2004), trigo (FUENTES et al., 2005; JOSHI et al., 2007) e cevada (PINNSCHMIDT; HOVMOLLER, 2002). Não há relatos na literatura para melancia.

Pelo exposto, a avaliação de genótipos em experimentos conduzidos em diferentes épocas também se torna imprescindível.

Considerando que a resposta fenotípica de cada genótipo às variações de ambiente é, em geral, diferente e reduz a correlação entre o fenótipo e o genótipo, o presente trabalho objetivou avaliar genótipos de melancia quanto à resistência à alternariose em dois ambientes distintos, visando identificar parentais contrastantes, bem como obter informações relacionadas às variâncias genética e ambiental, inclusive a interação genótipo x ambiente, que possam subsidiar as estratégias a serem seguidas em programas de melhoramento da cultura que visem desenvolver linhas de melancia resistentes à alternariose.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos no Campo Experimental do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS), localizado no Campus III da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), município de Juazeiro-BA.

Os ensaios foram conduzidos em um solo classificado como NEOSSOLO FLÚVICO, à altitude de 365 m, latitude 9°25'01" Sul ($\pm 2''$) e longitude 40°29'05" Oeste ($\pm 5''$) nos seguintes períodos: 02/08 à 12/11/2006 (ambiente 1) e 26/06 à 01/10/2007 (ambiente 2). Os efeitos de ambiente considerados foram essencialmente de natureza climática, tendo-se monitorado os seguintes fatores: temperatura do ar, umidade relativa, precipitação, velocidade do vento e radiação solar global (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização climática dos ambientes (períodos experimentais, nos respectivos anos) utilizados para avaliação da reação de genótipos de melancia à alternariose (*A. cucumerina*) em condições de campo. UNEB/DTCS, Juazeiro-BA, 2009.

Ambientes (A)		Informações climáticas				
		T ⁽¹⁾	UR ⁽²⁾	P ⁽³⁾	Vv ⁽⁴⁾	RSG ⁽⁵⁾
		(° C)	(%)	(mm)	(m/s)	(MJ/m ² /dia)
A1	Média	26,1	50,9	38,3	2,4	20,0
(ago./nov.2006)	Amplitude	20,4-32,9	28,9-74,3	-	-	-
A2	Média	24,3	57,8	14,5	2,8	17,1
(jun./out.2007)	Amplitude	18,8-30,8	34,6-81,8	-	-	-

⁽¹⁾T = temperatura; ⁽²⁾UR = umidade relativa; ⁽³⁾P = precipitação; ⁽⁴⁾Vv = velocidade do vento; ⁽⁵⁾RSG = radiação solar global.

A avaliação foi realizada sob condições naturais, em áreas submetidas a ciclos sucessivos de melancia, evitando-se a rotação de cultura, de modo a aumentar o potencial de inóculo. Essas áreas foram escolhidas por apresentarem

alta incidência e severidade da doença ao longo dos últimos três anos que antecederam os ensaios e os experimentos foram realizados em períodos com características climáticas favoráveis ao desenvolvimento do fungo.

Em ambos os ensaios foram avaliados 14 genótipos de melancia, representados por 12 progênies e duas testemunhas (variedades comerciais Sugar Baby - SB e Charleston Gray - CG). As progênies avaliadas (P1 a P12) são endogâmicas e provenientes de alguns acessos que apresentaram diferentes graus de desfolha em experimentos de multiplicação e/ou regeneração de sementes, conforme descrito a seguir: P1=91-044; P2=91-008; P3=91-001; P4=91-001; P5=91-0043; P6=91-124; P7=91-011; P8=91-048; P9=91-048; P10=91-034; P11=91-0031 e P12=91-111). Todos os genótipos avaliados são pertencentes ao BAG de Cucurbitáceas da Embrapa Semi-Árido, localizado em Petrolina-PE. O delineamento experimental utilizado nos dois experimentos foi em blocos ao acaso, com três repetições, sendo a unidade experimental constituída por cinco plantas.

As mudas foram produzidas em casa de vegetação e transplantadas, em solo previamente preparado (aração, gradagem e sulcamento), quando estavam no estágio de uma a duas folhas definitivas. O espaçamento foi de 3,0 m entre fileiras e 0,80 m entre plantas e a irrigação sob regime de infiltração por sulco, tomando-se a precaução de manter a umidade do solo baixa, uma vez que o crescimento do fungo é mais ativado em condições de baixa umidade de solo (BABADOOST, 1989). Foram aplicados os tratos culturais normalmente utilizados para a cultura, excetuando-se o uso de fungicida que inibisse o desenvolvimento da alternariose.

As plantas foram avaliadas quanto ao grau de intensidade da doença no período próximo à colheita (75 dias após o transplântio - DAT), por dois avaliadores, segundo uma chave descritiva desenvolvida pelos autores (Tabela 2).

No período das avaliações de severidade da queima de alternária em campo, amostras de folhas com sintomas da doença foram coletadas para o isolamento do patógeno e diagnóstico direto da doença.

Tabela 2. Chave descritiva para avaliação da reação de genótipos de melancia à alternariose (*A. cucumerina*) em condições de campo. UNEB/DTCS, Juazeiro–BA, 2009.

Nota	Descrição
1 -	Planta com bom estado vegetativo, na qual se observa poucas folhas necrosadas pela doença.
2 -	Planta parcialmente afetada pela doença, porém, mais próxima da nota 1.
3 -	Planta parcialmente afetada pela doença, porém, mais próxima das notas 4 e 5.
4 -	Planta totalmente afetada pela doença, porém apresentando ramos verdes, com pouca ou nenhuma folha original.
5 -	Planta totalmente afetada pela doença, com folhas e ramos secos.

Foi feita inicialmente uma análise de variância com os dados obtidos em cada um dos experimentos isoladamente e, em seguida, a análise conjunta dos mesmos.

A análise individual dos experimentos foi realizada adotando-se o seguinte modelo (Cruz, 2006):

$$Y_{ij} = m + B_j + G_i + E_{ij}$$

onde:

Y_{ij} : observação no j-ésimo bloco, avaliado no i-ésimo genótipo; m: média geral do ensaio; B_j : efeito aleatório do bloco j; G_i : efeito aleatório do genótipo i; e E_{ij} : erro aleatório associado à observação ij, independentemente distribuído com média zero e variância comum σ^2 .

Foi feita a verificação da semelhança entre os quadrados médios do erro, ou seja, para certificar-se ou não da homogeneidade da variância. Para isso, aplicou-se o teste de Hartley (razão entre a maior e menor variância), sugerido por Ramalho et al. (2005).

A análise conjunta foi realizada, considerando os efeitos de genótipos como aleatórios e de ambientes como fixos, adotando-se o seguinte modelo (CRUZ, 2006):

$$Y_{ijk} = m + (B/A)_{jk} + G_i + A_j + GA_{ij} + E_{ijk}$$

onde:

Y_{ijk} : observação no k-ésimo bloco, avaliado no i-ésimo genótipo e j-ésimo ambiente; m : média geral do ensaio; $(B/A)_{jk}$: efeito do bloco k dentro do ambiente j; G_i : efeito do genótipo i; A_j : efeito do ambiente j; GA_{ij} : efeito da interação entre o genótipo i e o ambiente j; e E_{ijk} : erro aleatório associado à observação ijk, independentemente distribuído com média zero e variância comum σ^2 .

No estudo da interação foi realizada a decomposição do quadrado médio da interação genótipo x ambiente nas partes simples e complexa utilizando-se o método proposto por Cruz e Castoldi (1991).

Na análise conjunta foram estimados os coeficientes de determinação de cada fonte de variação, com a utilização da seguinte expressão:

$$\text{Efeitos principais: } R^2_r = [\text{SQ da fonte de variação} / \text{SQ Total}] \times 100.$$

Na análise conjunta estimou-se os seguintes parâmetros genéticos:

$$\text{Variância genética: } \hat{\sigma}_G^2 = (\text{QMG} - \text{QMR}) / ar$$

$$\text{Variância da interação genótipo x ambiente: } \hat{\sigma}_{GA}^2 = (\text{QMGA} - \text{QMR}) / r$$

$$\text{Herdabilidade (\%): } h^2 = 100 [\hat{\sigma}_G^2 / (\text{QMG} / ar)]$$

$$\text{Coeficiente de variação genético: } CV_g (\%) = (100 \sqrt{\hat{\sigma}_G^2}) / m$$

$$\text{Razão } CV_g / CV_e = \sqrt{\hat{\sigma}_G^2} / \sqrt{\hat{\sigma}^2}$$

onde:

a: número de ambientes; r: número de repetições (blocos); m: média.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional GENES, Versão 2005.6.1 (CRUZ, 2006).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância individuais revelaram efeitos significativos ($p \leq 0,05$) para os genótipos, apesar de terem apresentado coeficientes de variação experimental relativamente altos, os quais podem ser explicados, em parte, pela segregação observada dentro das progênes quanto à resistência à alternariose (Tabela 3). Observou-se também homogeneidade para os quadrados médios residuais e assim, procedeu-se a análise de variância conjunta (Tabela 4).

Tabela 3. Análises de variância individuais, para avaliação da reação de genótipos de melancia à alternariose (*A. cucumerina*) em condições de campo. Juazeiro – BA, UNEB/DTCS, 2009.

Ambientes (A)	Fonte de Variação (FV)	Graus de Liberdade (GL)	Soma de Quadrados (SQ)	Quadrados Médios (QM)	Fc
A1 (2006)	Blocos	2	0,0604	0,0302	-
	Genótipos (G)	13	9,8298	0,7561	2,47*
	Erro	26	7,9562	0,3060	-
	C.V. (%) = 26,80				
A2 (2007)	Blocos	2	0,1381	0,0691	-
	Genótipos (G)	13	11,2571	0,8659	2,84*
	Erro	26	7,9334	0,3051	-
	C.V. (%) = 18,98				
Teste de Hartley: Relação maior (QMR) / menor (QMR) = 1,00; H tabelado = 2,23.					

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Na análise conjunta foram detectadas diferenças significativas para efeitos de ambientes e genótipos, indicando que houve heterogeneidade nas condições ambientais e que entre os genótipos avaliados houve diferenças quanto à tolerância à alternariose (Tabela 4).

Tabela 4. Análise de variância conjunta para avaliação da reação de genótipos de melancia à alternariose (*A. cucumerina*) em condições de campo, incluindo estimativas do coeficiente de determinação (R^2_f) e a significância pelo teste F. Juazeiro – BA, UNEB/DTCS, 2009.

Fonte de Variação (FV)	Graus de Liberdade (GL)	Soma de Quadrados (SQ)	Coeficiente de determinação (R^2_f), em %	Quadrados Médios (QM)	F
Blocos	4	0,1985	0,38	0,0496	-
Ambientes (A)	1	15,0030	28,75	15,0030	32,34 ^{**}
Genótipos (G)	13	15,5786	29,86	1,1984	3,92 ^{**}
G x A	13	5,5083	10,56	0,4237	1,39 ^{ns}
Erro	52	15,8896	30,45	0,3056	-
Total	83	52,1780	(100,00)	-	-
Média	2,49	PS (%) ⁽¹⁾	28,11		
C.V. (%)	22,23	PC (%) ⁽²⁾	71,89		

^{**}Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ^{ns}Não-significativo. ⁽¹⁾PS (%): Contribuição da parte simples da interação. ⁽²⁾PC (%): Contribuição da parte complexa da interação.

Desta forma, observou-se que a estratégia adotada de avaliação de genótipos em condições de campo naturalmente infestado foi propícia ao desenvolvimento da alternariose em nível de severidade suficiente que permitisse a distinção nítida da reação dos genótipos (Tabela 5). Todavia, a doença expressou-se com maior severidade no ambiente 2, o que é explicado pelos menores valores de temperatura e maiores valores de umidade relativa nesse ambiente (Tabela 1), que pode ter favorecido uma maior agressividade do patógeno. Observou-se também que a velocidade média do vento foi maior no ambiente 2, o que pode ter contribuído para uma maior disseminação do inóculo na área experimental, uma vez que os esporos de *A. cucumerina* são dispersos principalmente pelo vento (KUCHAREK, 2000). Amostragem aleatória feita em ambos os ensaios permitiu o isolamento do patógeno, tendo sido realizado o diagnóstico direto da doença.

Esse efeito de ambiente para alguns genótipos também foi relatado por Brunelli (2004), avaliando linhagens de milho quanto à resistência à mancha de cercóspora (*Cercospora zea-maydis*). Brunelli (2004) comentou que o comportamento da interação G x A observada pode ter explicação em duas hipóteses básicas. Uma delas pode estar relacionada ao fato do ambiente influenciar a expressão dos genes que regulam a resistência nos genótipos. De outra forma, a presença de populações geneticamente diferentes do patógeno pode ter agido em cada um dos ambientes estudados. Porém, no presente trabalho, essas diferenças genéticas no patossistema *A. cucumerina* x melancia ainda são passivas de investigações.

Pinnschmidt e Hovmoller (2002), avaliando a interação G x A na expressão da resistência de variedades de cevada à mancha de pirenófora (*Pyrenophora teres*), verificaram que alguns genótipos foram pouco afetados pelo efeito da interação G x A, sugerindo que estes representavam boas fontes de resistência não-específica.

Quando se observa a contribuição individual das fontes de variação, indicado pelo coeficiente de determinação (Tabela 4), observa-se que o efeito de genótipos apresentou alta magnitude (29,86 %), semelhantemente ao efeito de ambiente (28,75 %), sendo quase o triplo da soma de quadrados da interação genótipo x ambiente, cujo coeficiente de determinação foi de apenas (10,56 %). Em razão disso, a magnitude da interação não apresentou efeito significativo. Isto indica que os genótipos, em média, apresentaram as mesmas respostas quanto à reação à alternariose, quando cultivados nessas duas condições ambientais.

Todavia, apesar do teste F para a interação G x A não ter apresentado significância, foi realizado o desdobramento das progênies dentro de cada ambiente com o intuito de detectar comportamento específico dos genótipos nos dois ambientes. Considerando todas as possíveis combinações de genótipos dois a dois, nos dois ambientes de avaliação, pôde ser observada a interação. Esse fato proporciona, para determinados pares de genótipos, a influência da interação G x A. Assim sendo, verificou-se que, entre os genótipos avaliados, sete progênies

apresentaram comportamentos bem contrastantes de um ambiente para outro (P2, P3, P6, P7, P9, P10 e P11) (Tabela 5).

Tabela 5. Valor genético (Vg), média (m) (entre parêntesis) e desvio da média da reação de genótipos de melancia à alternariose (*A. cucumerina*) em condições de campo, em cada ambiente e considerando os dois ambientes em conjunto. Juazeiro – BA, UNEB/DTCS, 2009.

Genótipos	Descrição	Ambientes (A)		Análise Conjunta	Desvio da média
		A1 - 2006 Vg (m)	A2 – 2007 Vg (m)		
P1	91-044	0,036 (2,25)	-0,018 (2,90)	0,057 (2,58)	0,33
P2	91-008	-0,049 (2,20)	0,143 (3,73)	0,310 (2,97)	0,77
P3	91-001	-0,104 (1,53)	0,055 (2,95)	-0,158 (2,24)	0,71
P4	91-001	0,066 (2,07)	-0,137 (2,18)	-0,234 (2,12)	0,06
P5	91-0043	-0,076 (1,13)	-0,126 (1,80)	-0,660 (1,47)	0,34
P6	91-124	-0,012 (2,47)	0,148 (3,88)	0,445 (3,18)	0,71
P7	91-011	-0,052 (1,80)	0,028 (2,93)	-0,078 (2,37)	0,57
P8	91-048	0,075 (2,25)	-0,100 (2,47)	-0,083 (2,36)	0,11
P9	91-048	-0,078 (1,53)	0,002 (2,67)	-0,250 (2,10)	0,57
P10	91-034	-0,095 (1,67)	0,078 (3,13)	-0,056 (2,40)	0,73
P11	91-0031	-0,039 (1,88)	0,027 (2,97)	-0,040 (2,42)	0,55
P12	91-111	0,060 (2,47)	-0,003 (3,08)	0,186 (2,78)	0,31
SB	Sugar Baby	0,155 (2,92)	-0,064 (2,98)	0,297 (2,95)	0,03
CG	Charleston Gray	0,113 (2,73)	-0,033 (3,06)	0,264 (2,89)	0,17
Média		(2,06)	(2,91)	(2,49)	0,43
D.M.S. ⁽¹⁾		1,66	1,66		
Correlação de Spearman (r ₁₂)				0,46 ^{ns}	

⁽¹⁾Diferença mínima significativa ao nível de 5 % de probabilidade. ^{ns}Não-significativo.

O comportamento instável dessas progênies é evidenciado pelos altos valores de desvio da média desses genótipos, que variou de 0,55 a 0,77 (Tabela 5),

o que dificulta a seleção de genótipos superiores. Vale salientar que com um valor de desvio da média igual a 0,5, o comportamento de um genótipo entre os dois ambientes já sofre uma alteração considerável no nível de resistência, uma vez que a chave descritiva utilizada possui intervalo unitário (variando de 1 a 5).

Para Cruz e Regazzi (1994), a existência da interação está associada a dois fatores. O primeiro, denominado simples, é proporcionado pela diferença de variabilidade entre genótipos nos ambientes e, o segundo, denominado complexo, é dado pela falta de correlação entre genótipos. A presença da interação $G \times A$ foi reforçada quando se fez a análise de contribuição das partes simples e complexa, na qual predominou a parte complexa, que explicou 71,89 % da interação (Tabela 4), sendo decorrente da correlação relativamente fraca observada ($r_{12} = 0,46$) (Tabela 5). A interação complexa indica a inconsistência da superioridade de genótipos com a variação ambiental, ou seja, há genótipos com desempenho superior em um ambiente, mas não em outro, tornando mais difícil a seleção (FERREIRA et al., 2006). Adaptação específica a determinados ambientes, conforme verificado para alguns genótipos, é, segundo Chaves (2001), a causa evolutiva básica da interação de genótipos com ambientes que se manifesta sobre qualquer caráter métrico.

O efeito da interação $G \times A$ sobre a manifestação fenotípica de um determinado caráter pode ser melhor visualizado observando as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos. Sabe-se que quando a avaliação é feita em apenas um ambiente, a estimativa da variância genética fica superestimada porque os efeitos genético e da interação se confundem (RAMALHO et al., 2005). Esse fato é notório quando se compara as estimativas da variância genética no ambiente 2 e na análise conjunta (Tabela 6). Apesar das estimativas equivalentes das variâncias genéticas no ambiente 1 e na análise conjunta, o mesmo comentário pode ser feito, uma vez que a média das variâncias genéticas $\hat{\sigma}_{G1}^2 = 0,150$ e $\hat{\sigma}_{G2}^2 = 0,187$ é equivalente a soma entre $\hat{\sigma}_G^2 = 0,149$ e $\hat{\sigma}_{GA}^2 = 0,020$.

Tabela 6. Estimativas de parâmetros genéticos determinados na análise conjunta de avaliação de genótipos de melancia à alternariose (*A. cucumerina*) em condições de campo. Juazeiro – BA, Campo Experimental do DTCS/UNEB, 2009.

Parâmetros Genéticos	Ambiente 1 (2006)	Ambiente 2 (2007)	Análise Conjunta
Variância Genética	0,150	0,187	0,149
Variância da interação G x A	-	-	0,020
Variância residual	0,306	0,305	0,306
Herdabilidade (%)	59,53	64,76	74,50
Coefficiente de variação genético (%)	18,76	14,86	15,51
Coefficiente de variação experimental (%)	26,80	18,98	22,23
Razão CVg/CVe	0,70	0,78	0,70
Média	2,06	2,91	2,49

O coeficiente de variação genético (CVg) é um parâmetro que expressa o grau de variabilidade genética entre progênies e tem grande importância, já que indica a possibilidade de se obter progresso genético satisfatório com a seleção (SEGOVIA, 1976, citado por FERREIRA, 2006). Nas análises individuais do presente estudo o CVg assumiu o valor de 18,76 % no ambiente 1 e de 14,86 % no ambiente 2, enquanto na análise conjunta o valor médio foi de 15,51 %, evidenciando que para o ambiente 1 o CVg foi superestimado pelo componente da interação G x A que não pôde ser mensurado, como foi observado por Silva (2006), avaliando caracteres de produção em famílias de meloeiro em alguns locais do Agropolo Mossoró-Assu. Embora as estimativas de CVg sejam escassas na literatura científica para a cultura da melancia os valores obtidos no presente estudo foram relativamente baixos, em razão das progênies avaliadas já terem sido previamente selecionadas para resistência à alternariose e evidencia que a seleção foi eficiente no sentido de promover uniformidade superior entre as progênies para essa característica.

Por meio da estimativa das variâncias nos experimentos individuais observou-se altos valores de variância genética e herdabilidade (59,53 % e 64,76 %, para os ambientes 1 e 2, respectivamente) (Tabela 6). Na análise conjunta verificou-se que a maior parte da variância fenotípica da reação das plantas à alternariose foi proporcionada por efeito da variância genética e, conseqüentemente, foi alta a herdabilidade desse caráter na média dos ambientes (74,5 %). A herdabilidade é um parâmetro que mede a confiabilidade do valor fenotípico como indicador do valor reprodutivo (RAMALHO et al., 2008) e será tanto maior, quanto menor for a influência ambiental sobre um determinado caráter. Embora tenha sido possível a estimativa da herdabilidade apenas no sentido amplo, ou seja, levando-se em conta toda a variância genética (aditiva, de dominância e epistática), esta tem sua utilidade para os melhoristas, pois ela indica a proporção da variação fenotípica explicada por fatores genéticos.

O quociente entre o coeficiente de variação genética (CVg) e o coeficiente de variação experimental (CVe) foi em torno de 0,7, sendo que quando o seu valor atinge 1 ou mais, tem-se uma situação muito favorável para a seleção. Este valor corrobora com o que já foi demonstrado pelo valor da herdabilidade, evidenciando grande potencial em se obter ganhos com a seleção realizada.

As médias do comportamento dos genótipos nos dois ambientes variaram de 1,47 (P5) à 3,18 (P6) (Tabela 5). A progênie P5 apresentou o maior nível de resistência nos dois ambientes estudados, embora outras progênies, como P4 e P9, tenham apresentado também alto nível de resistência à alternariose, com notas médias de 2,12 e 2,10, respectivamente. Entretanto, nas notas individuais das plantas, observou-se segregação na progênie P4, tendo apresentado notas 1, 2, 3 e 4, embora a nota 2 tenha sido preponderante. De outra forma a progênie P9 apresentou um alto desvio da média (0,57), o que é um forte indicativo de inconsistência no comportamento da mesma quanto à resistência à alternariose. Os resultados observados na progênie P5 evidenciam resposta consistente para esta progênie, o que pode ser demonstrado pelo baixo valor do desvio da média apresentado pela mesma (Tabela 5), mostrando a possibilidade de se selecionar um genótipo superior, mesmo com ocorrência de interação G x A e predomínio da

parte complexa, conforme relatado por Vencovsky e Barriga (1992). Embora esta progênie tenha apresentado notas 2 e 3 em algumas plantas, observou-se uma alta frequência de nota máxima (1) para resistência à alternariose, sugerindo inclusive, o estado de homozigose parcial para os genes que controlam esse caráter. Além disso, a progênie P5 apresenta plantas prolíficas e com frutos pequenos, as quais são características interessantes para serem exploradas em programas de melhoramento da cultura, especialmente para o desenvolvimento de cultivares que atendam as predileções do mercado internacional, que tem sinalizado uma maior aceitação de frutos de menor tamanho.

Quanto ao genótipo mais suscetível, a progênie P6 representou o extremo, com nota média de 3,18. Outros genótipos também apresentaram elevado grau de suscetibilidade, como as progênies P2 (2,97) e P12 (2,78) e as variedades SB (2,95) e CG (2,89) (Tabela 5). Desta forma, entre os genótipos com maior suscetibilidade, além da progênie P6, há pelo menos outros quatro genótipos que poderiam representar o parental suscetível em estudos de herança. Entretanto, para as progênies P2 e P6, que apresentaram maior nota média que as variedades comerciais, observou-se uma maior inconsistência no comportamento das mesmas, com altos valores para o desvio da média. Considerando que a progênie P5 apresentou frutos com polpa de coloração rosa esbranquiçada e baixo teor de açúcar, no âmbito dos genótipos suscetíveis merecem destaque as cultivares comerciais SB e CG, principalmente SB, por apresentar, além de formato e tamanho conveniente, coloração de polpa vermelha e alto teor de açúcar, o que minimiza o tempo necessário para se obter uma cultivar com alta tolerância à alternariose e com padrão de fruto que atenda às preferências dos consumidores. A variedade SB também apresentou baixo valor do desvio da média (0,03), sendo um indicativo de estabilidade na expressão fenotípica de suscetibilidade à alternariose. Assim, sugere-se que a variedade SB (suscetível, com nota média de 2,95) seja o parental contrastante escolhido, juntamente com a progênie P5 (resistente, com nota média de 1,47) para obtenção de F_1 's e de populações segregantes para estudo do controle genético desta doença (RAMALHO et al., 2008).

4 CONCLUSÕES

1. Há interação genótipo x ambiente na avaliação de genótipos de melancia quanto à resistência à alternariose no Submédio São Francisco, com predomínio da parte complexa;

2. Indicam-se dois genótipos contrastantes identificados [variedade Sugar Baby (SB, suscetível) e P5 (91-0043, resistente)], para estudo de herança e utilização em programas de melhoramento de melancia para resistência à alternariose.

REFERÊNCIAS

BABADOOST, M. Alternaria leaf spot or blight of cucurbits. **Plant Disease Reporter**, v.918, p.1-3, 1989.

BRUNELLI, K. R. *Cercospora zae-maydis*: **Esporulação, diversidade morfo-genética e reação de linhagens de milho**. 2004. 105f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - ESALQ/USP, Piracicaba, 2004.

CHAVES, L. J.; Interação de genótipos com ambientes. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p.673-713.

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

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390p.

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

DIAS, R. C. S.; QUEIRÓZ, M. A.; MENEZES, M.; BORGES, R. M. E. Avaliação da resistência a *Sphaerotheca fuliginea* e a *Didymella bryoniae* em melancia. **Horticultura Brasileira**, v.17, p.13-19, 1999. Suplemento.

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

FERREIRA, M. A. J. F.; QUEIRÓZ, M. A.; BRAZ, L. T.; VENCOVSKY, R. Correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente entre dez caracteres de melancia e suas implicações para o melhoramento genético. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.3, p.438-442, jul./set. 2003.

FERREIRA, P. V. **Melhoramento de plantas**: estimação de parâmetros genéticos. Maceió: EDUFAL, 2006. v.3.

FUENTES, R. G.; MICKELSON, H. R.; BUSH, R. H.; MACKY, R. D.; EVANS, C. K.; THOMPSON, W. G.; WIERSMA, J. V.; XIE, W.; DONG, Y.; ANDERSON, J. A. Resource allocation and cultivar stability in breeding for fusarium head blight resistance in spring wheat. **Crop Science**, v.45, p.1965-1972, 2005.

GUALBERTO, R.; BRAZ, L. T.; BANZATTO, D. A. Produtividade, adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de tomateiro sob diferentes condições de ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.1, p.81-88, jan. 2002.

HAYNES, K. G.; GOTH, R. W.; YOUNG, R. J. Genotype x environment interactions for resistance to common scab in tetraploid potato. **Crop Science**, v.37, p.1163-1167, 1997.

IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA**. 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23 abr. 2008.

JOSHI, A. K.; FERRARA, G. O.; CROSSA, J.; SINGH, G.; ALVARADO, G.; BHATTA, M. R.; DUVEILLER, E.; SHARMA, R. C.; PANDIT, D. B.; SIDDIQUE, A. B.; DAS, S. Y.; SHARMA, R. N.; CHAND, R. Associations of environments in South Asia based on spot blotch disease of wheat caused by *Cochliobolus sativus*. **Crop Science**, v.47, p.1071-1081, 2007.

KUCHAREK, T. Alternaria leaf spot of cucurbits. **Plant Pathology**, p.32-35, 2000.

NUNES, G. H. S.; MADEIROS, A. E. S.; GRANGEIRO, L. C.; SANTOS, G. M.; SALES JÚNIOR, R. Estabilidade fenotípica de híbridos de melão amarelo avaliados no Pólo Agrícola Mossoró-Assu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.9, p.1369-1376, set. 2006.

OLIVEIRA, V. B.; QUEIRÓZ, M. A.; LIMA, A. A. Fontes de resistência em melancia aos principais potyvírus isolados de cucurbitáceas no Nordeste brasileiro. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.4, p.589-592, dez. 2002.

ORTIZ, R.; CROSSA, J.; VARGAS, M.; IZQUIERDO, J. Studying the effect of environmental variables on the genotype x environment interaction of tomato. **Euphytica**, v.153, p.119-134, 2007.

PINNSCHMIDT, H. O.; HOVMOLLER, M. S. Genotype x environment interactions in the expression of net blotch resistance in spring and winter barley varieties. **Euphytica**, v.125, p.227-243, 2002.

QUEIRÓZ, M. A.; RAMOS, S. R. R.; MOURA, M. C. C. L.; COSTA, M. S. V.; SILVA, M. A. S. Situação atual e prioridade do banco ativo de germoplasma (BAG) de Cucurbitáceas do Nordeste brasileiro. **Horticultura Brasileira**, v.17, p.25-29, 1999. Suplemento.

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

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 322p.

SILVA, J. R.; NUNES, G. H. S.; NEGREIROS, M. Z.; TORRES, J. F.; DANTAS, M. S. M. Interação genótipo x ambiente em melancia no estado do Rio Grande do Norte. **Caatinga**, v.21, n.1, p.95-100, jan./mar. 2008.

SILVA, J. M. **Interação genótipos x ambientes na seleção de famílias de meloeiro avaliadas no agropolo Mossoró-Assu**. 2006. 51p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.

SILVA, M. L.; QUEIRÓZ, M. A.; FERREIRA, M. A. J. F.; BUSO, G. S. C. Caracterização morfológica e molecular de acessos de melancia. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.4, p.405-409, out./dez. 2006.

SILVEIRA, L. M.; QUEIRÓZ, M. A.; LIMA, J. A. A.; NEGREIROS, M. Z.; RAMOS, N. F.; NASCIMENTO, A. K. Q. Seleção de acessos e progênies de

melancia *Citrullus* spp. para resistência a três potyvirus. **Fitopatologia Brasileira**, v.30, n.4, p.394-399, jul./ago. 2005.

SOUZA, F. F.; QUEIRÓZ, M. A.; DIAS, R. C. S. Divergência genética em linhagens de melancia. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.2, p.179-183, abr./jun. 2005.

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

ZINSOU, V.; KERSTIN, W.; AHOHUENDO, B.; HAU, B. Genotype x environment interactions in symptom development and yield of cassava genotypes with artificial and natural cassava bacterial blight infections. **European Journal of Plant Pathology**, v.111, p.217-233, 2005.