

**SAMY PIMENTA**

**INTERAÇÃO HÍBRIDOS DE PIMENTÃO (*Capsicum annuum* L.)  
POR SISTEMAS DE CULTIVO**

**RECIFE**

**2012**

**SAMY PIMENTA**

**INTERAÇÃO HÍBRIDOS DE PIMENTÃO (*Capsicum annuum* L.) POR  
SISTEMAS DE CULTIVO**

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

**COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:**

Professor Dr. Dimas Menezes, Orientador – UFRPE

Professor Dr. Diogo Gonçalves Neder, Co-orientador – UFRPE

Pesquisadora Dra. Elizabeth Araújo de Albuquerque Maranhão, Co-orientador -  
IPA

**RECIFE**

**2012**

**INTERAÇÃO HÍBRIDOS DE PIMENTÃO (*Capsicum annuum* L.)**

**POR SISTEMAS DE CULTIVO**

**SAMY PIMENTA**

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em:  
24/02/2012.

**ORIENTADOR:**

---

Prof. Dr. Dimas Menezes - UFRPE

**EXAMINADORES:**

---

Prof. Dr. Diogo Gonçalves Neder – UFRPE

---

Prof. Dr. José Luiz Sandes de Carvalho Filho – UFRPE

---

Prof. Dr. Paulo César Tavares de Melo (USP-ESALQ)

**Recife – PE,  
Fevereiro, 2012**

A Deus

**Ofereço**

A minha mãe, Maria Elizabeth Pimenta, minhas irmãs, Dyane, Mayra e Livia, meu sobrinho Arthur e ao meu grande amor Talitha Jardim.

**Dedico**

## **Agradecimentos**

A minha família, pelo apoio e confiança no meu trabalho. A minha querida mãe por ter proporcionado toda condição para concluir este meu objetivo.

Ao meu pai, José Geraldo G. Pimenta, que quando em vida me ensinou a ser uma pessoa justa e merecedor de glórias como esta.

As minhas irmãs pela força e carinho. Ao meu cunhado Reginaldo Oliveira pela grande amizade. A minha namorada Talitha Jardim e os seus pais Orivaldo Rodrigues Jardim e Isabel Conciliadora R. Jardim, por acreditar em mim, dando créditos a minha escolha profissional e a minha futura inserção em sua família.

Ao meu orientador Prof. Dr. Dimas Menezes, um exemplo no funcionalismo público, e detentor de uma sabedoria que almejo pra minha vida.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Diogo Neder, pela amizade e atenção dada durante o mestrado.

A Ana Cristina Juhász, minha mentora, pessoa que indicou este caminho profissional, pelo qual sinto realizado e serei sempre grato.

Aos Professores do mestrado: Clodoaldo Anunciação; Edson Silva; Francisco Oliveira; Gerson Quirino; José Luiz Sander; Mario Lira, Péricles e Vivian Loges, pelos ensinamentos e dedicação ao Programa de Melhoramento Genético de plantas da UFRPE.

A secretária Bernadete, pela paciência e constantes ajudas fornecidas.

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, nas pessoas: Dr. Elizabeth Maranhão; Dr. Eduardo Maranhão; Luiz Evandro e Diana, pela força e dedicação ao experimento realizado na Estação Experimental Luiz Jorge da Gama Wanderley, em Vitória de Santo Antão.

Aos Professores da UFLA, João Cândido e Magno Ramalho, pela atenção e ensinamentos durante o período que lá estive. Assim como aos

colegas da UFLA: Carol, Danuza, Marcos Donça, Joyce, Eva, Gustavo e Jerônimo.

A Dr. Roberto de Albuquerque Melo, pela ajuda na elaboração da dissertação e acompanhamento nos experimentos, além da amizade em mim depositada.

Aos colegas da UFRPE: Aurélia, Adriana, Alisson, Ana Luisa, Ana Rafaela, Claudia, Fábio, Felipe, Guilherme, Gustavo, Hudsonkleio, Hudson, Horace, Ismael Gaião, Ivanildo, Jayne, Jose Carlos, João Filipi, Kessyana, Lucas, Lenivânia, Lindomar, Marilia, Natália, Pedro, Rafaela, Rebeca, Ramon, Rodolfo, Renata, Silvan, Taciana e Thiago Prates.

A turma da olericultura, alunos e estagiários, companheiros de avaliações dos pimentões, Arlan, Alzenir, Ana Luisa, Aurélio, Eliazar, Estevão, Francielly, Floriano, Felipe, Jéssica, Laudielly, Mairykon, Marcos, Myrlane e Sérgio.

Ao Luiz Jorge da Gama Wanderley, Diretor presidente da Hortivale Ltda, pelo apoio.

Ao pessoal de Recife PE, e aos companheiros de convivência: Altanis, Artenisia, Érica, Leonardo Tavares, Lia, Marina, Manuelle, Paulo, Raissa, Saulo.

Ao apoio institucional e financeiro da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro ao projeto de melhoramento genético de solanáceas.

A Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco, FACEPE, pela concessão de bolsa de mestrado. Ao apoio institucional do Instituto de Pesquisas Agronômicas - IPA, no auxílio de estrutura e apoio intelectual para o desenvolvimento do experimento.

Enfim a todos que contribuíram para a conclusão desta minha etapa profissional.

## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo estimar os parâmetros genéticos e prever os valores genotípicos envolvidos para diferentes caracteres de híbridos comerciais de pimentão, verificando a adaptabilidade e estabilidade genotípica nos sistemas de cultivo convencional e orgânico, a fim de identificar os híbridos de melhor desempenho para cada tipo de sistema. Os experimentos foram conduzidos na Estação Experimental Luiz Jorge da Gama Wanderley - IPA, localizada na Mesorregião da Mata Pernambucana, em Vitória de Santo Antão PE, no período de outubro de 2010 a março de 2011. Avaliaram-se sete híbridos comerciais em dois sistemas de cultivo. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com sete tratamentos, seis repetições e parcela útil constituída por oito plantas. Avaliaram-se as seguintes variáveis agrônomicas: massa total de frutos (MTF); número total de frutos (NTF); comprimento médio dos frutos (CMF); diâmetro médio dos frutos (DMF); número de lóculos do fruto (NL) e espessura média do pericarpo (EP). A estimação de parâmetros genéticos e predição dos valores genotípicos foram realizadas na metodologia dos modelos mistos via procedimento REML/BLUP, empregando o software SELEGEN e o modelo estatístico 21 para as análises individuais e o modelo estatístico 151 para a análise conjunta dos sistemas. Foi empregado o índice de seleção baseado na soma dos postos ou índice de Mulamba e Mock ( $I_{MM}$ ). Todos os caracteres apresentaram boa acurácia nas três análises realizadas. No sistema convencional constatou-se que as estimativas de herdabilidade média dos híbridos foram altas para os caracteres NTF e MTF, variando de 0,69 a 0,80. Para os demais caracteres avaliados a herdabilidade média foi considerada muito alta, acima de 90% para CMF; DMF e EP e 89% para o caráter NL. A partir do índice de seleção obteve-se a classificação dos híbridos com melhor desempenho, sendo o híbrido Solario (Clause), seguido do híbrido Atlantis (Topsed), com valores absolutos de soma equivalentes a 10 e 14 respectivamente. No sistema orgânico, considerando as estimativas de herdabilidade da média de genótipo ( $h^2_{mc}$ ), verificou-se que estas foram altas para os caracteres MTF e NF respectivamente, variando de 0.61 a 0.70. Para os demais caracteres avaliados a  $h^2_{mc}$  foi considerada alta, acima de 90% para

CMF; DMF e EP e 89% para o caráter NL. Os híbridos 1, 5, 7 e 6 apresentaram valores genotípicos acima da média para os caracteres NTF. Já para MTF, foram os híbridos 7, 1, 5 e 2, apresentaram produção acima da média neste sistema. Através do uso  $I_{MM}$  obteve-se a ordem dos híbridos com melhor desempenho neste sistema, sendo os híbridos Atlantis (Topsed) e Solario (Clause), apresentando os mesmos valores de soma, considerados os de melhor desempenho. Na análise conjunta dos dois sistemas a herdabilidade da média de genótipo ( $h^2_{mg}$ ) foi abaixo de 80% apenas para o caráter NTF, alguns caracteres apresentaram  $h^2_{mg}$  próximas de 100% como CMF e DMF, 99,1% e 98,3%, respectivamente. A correlação genotípica entre o desempenho dos híbridos para os sistemas mostra valores de alta magnitude, indicando que a interação genótipos x sistemas é baixa. Os híbridos que obtiveram efeito genotípico predito acima da média foram: 1, 5, 7 e 6 para NTF; 7 e 1 para MTF; 4, 5, 1, 3 e 6 para CMF; 7 e 2 para DMF; 7, 4, 6 e 1 para NL; os híbridos 7 e 2 para EP. Através do  $I_{MM}$ , o híbrido Atlantis (Topsed) seguido do Solario (Clause), obteve os melhores valores para seleção considerando todos os caracteres avaliados, além de boa adaptabilidade e estabilidade, podendo assim serem indicados para qualquer um dos sistemas de cultivo deste trabalho.

**Palavras-chave:** *Capsicum annuum* L., Parâmetros Genéticos, Herdabilidade, Adaptabilidade e Estabilidade.

## ABSTRACT

The present study aimed to estimate genetic parameters and predict the genotypic values for different characters involved in commercial sweet pepper hybrids, verifying the adaptability and genotypic stability in the conventional tillage and organic, in order to identify the best performing hybrids for each type of system. The experiments were conducted at the Experimental Station of Luiz Jorge Gama Wanderley - IPA, located in the Greater Region Mata, in Vitória de Santo Antão - PE, from October 2010 to March 2011. Seven commercial hybrids were evaluated in two cropping systems. The experimental design was randomized blocks with seven treatments, six replications and plots consisting of eight useful plants. There are evaluated the following agronomic variables: total weight of fruits (MTF), total number of fruits (NTF), average length of fruit (CMF), average fruit diameter (MFD), number of locules of the fruit (NL) and thickness middle pericarp (PE). The estimation of genetic parameters and prediction of genotypic values were performed in mixed models via REML / BLUP, using the statistical model and software SELEGEN 21 for individual analysis and the statistical model 151 for the joint analysis of the systems. Selection index based on the sum of the ranks or index Mulamba and Mock ( $I_{MM}$ ) were used. All characters showed good accuracy in the three tests performed. In conventional systems it was found that the estimates of measure heritability were high for hybrid characters NTF and MTF, ranging from 0.69 to 0.80. For the other traits the average heritability was considered very high, above 90% for CMF, DMF and EP and 89% for the NL character. From the selection index obtained the classification of hybrids with improved performance, the hybrid Solario (Clause), followed by the Atlantis hybrid (Topsed), with absolute sum values equivalent to 10 and 14, respectively. In the organic, system considering the estimates heritability of the average genotype ( $h^2_{mc}$ ), it appears that these were high for the characters TFP and NF respectively, ranging from 0.61 to 0.70. For the others characters evaluated,  $h^2_{mc}$  was considered high, above 90% for CMF, DMF and EP and 89% for the NL character. Hybrids 1, 5, 7 and 6 showed genotypic values above the average for the characters NTF. For TFP, the hybrids 7, 1, 5 and 2, showed production above the average in this system. By using  $I_{MM}$  it was obtained the

order of the hybrids with best performance in this system. The Atlantis hybrid (Topsed) and Solario (Clause), with the same sum values, were considered the best ares. In the analysis of two systems the heritability of average genotype ( $h^2_{mg}$ ) was below 80% only for the character NTF, some characters had  $h^2_{mg}$  close to 100% as CMF and DMF, 99.1% and 98.3% respectively. The genetic correlation between the performance of hybrid systems shows high values of magnitude, indicating that the interaction genotype x systems is low. The hybrid had genotypic effect predicted above average were: for NTF 1, 5, 7 and 6; 7 and 1 to MTF; CMF for 4, 5, 1, 3 and 6 for DMF 7 and 2; to NL 7, 4, 6 and 1, for the hybrid EP 7 and 2. Through  $I_{MM}$ , Atlantis hybrid (Topsed) followed by Solario (Clause), got the best selection considering values for all traits, besides good adaptability and stability, and thus can be given for any of the cropping systems of this work.

**Keywords:** *Capsicum annuum* L., Genetic Parameters, Heritability, Adaptability and Stability.

## LISTA DE TABELAS

## CAPÍTULO II

ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E PREDIÇÃO DE VALORES  
GENOTÍPICOS DE HÍBRIDOS DE PIMENTÃO UTILIZANDO MODELOS  
MISTOS

- Tabela 1.** Parâmetros genéticos (REML Individual), para os caracteres número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF), diâmetro médio dos frutos (DMF), número de locos (NL) e espessura do pericarpo (EP), no sistema convencional. Vitória de Santo Antão, PE, 2011..... 37
- Tabela 2.** Ordem dos híbridos (H.), selecionados para os caracteres número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF), no sistema convencional. Vitória de Santo Antão, PE, 2011.. 38
- Tabela 3.** Ordem dos híbridos (H.), selecionados para os caracteres diâmetro médio dos frutos (DMF), número de locos (NL) e espessura do pericarpo (EP), no sistema convencional. Vitória de Santo Antão, PE, 2011.. ..... 39
- Tabela 4.** Valores do índice com base no índice de Mulamba e Mock ( $I_{MM}$ ) para os caracteres: número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF), diâmetro médio dos frutos (DMF) e espessura do pericarpo (EP), no sistema convencional. Vitória de Santo Antão, PE, 2011..... 40

**CAPÍTULO III****SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE PIMENTÃO EM SISTEMA ORGÂNICO  
PELO PROCEDIMENTO REML/BLUP**

- Tabela 1.** Parâmetros genéticos (REML Individual), para os caracteres número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF), diâmetro médio dos frutos (DMF), número de locos (NL) e espessura do pericarpo (EP), no sistema orgânico. IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011..... 57
- Tabela 2.** Ordem dos híbridos selecionados para os caracteres número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF), no sistema orgânico. IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011..... 58
- Tabela 3.** Ordem dos híbridos selecionados para os caracteres diâmetro médio dos frutos (DMF), número de locos (NL) e espessura do pericarpo (EP), no sistema no sistema orgânico. IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011. .... 59
- Tabela 4.** Valores do índice com base na soma de postos ( $I_{MM}$ ) para os caracteres: número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF), diâmetro médio dos frutos (DMF) e espessura do pericarpo (EP), no sistema orgânico. IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011..... 60

## CAPÍTULO IV

### ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE PIMENTÃO EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

- Tabela 1.** Parâmetros genéticos (REML Individual), para os caracteres número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF), diâmetro médio dos frutos (DMF), número de locos (NL) e espessura do pericarpo (EP). IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011. .... 75
- Tabela 2.** Ordem dos híbridos selecionados considerando todos os sistemas e para os caracteres número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF). IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011. .... 76
- Tabela 3.** Ordem dos híbridos selecionados considerando todos os sistemas e para os caracteres diâmetro médio dos frutos (DMF), número de locos (NL) e espessura do pericarpo (EP). IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011. .... 77
- Tabela 4.** Ordem dos híbridos selecionados considerando cada sistema de cultivo e para os caracteres número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF). IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011. .... 78
- Tabela 5.** Ordem dos híbridos selecionados considerando cada sistema de cultivo e para os caracteres diâmetro médio dos frutos (DMF), número de locos (NL) e espessura do pericarpo (EP). IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011. .... 79
- Tabela 6.** Estabilidade e adaptabilidade de valores genéticos (MHPRVG), para os caracteres número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF), diâmetro médio dos frutos (DMF), número de locos (NL) e espessura do pericarpo (EP). IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011. .... 80

**Tabela 7.** Valores do índice com base no índice de Mulamba e Mock ( $I_{MM}$ ) para os caracteres: número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF), diâmetro médio dos frutos (DMF) e espessura do pericarpo (EP). IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011. .... 81

## SUMÁRIO

	Páginas
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>2</b>
1. ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO PIMENTÃO .....	2
2. MELHORAMENTO GENÉTICO DO PIMENTÃO .....	5
3. INTERAÇÃO GENÓTIPOS X AMBIENTES .....	8
4. SISTEMAS DE CULTIVO .....	12
5. MODELOS MISTOS.....	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	17
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E PREDIÇÃO DE VALORES GENOTÍPICOS DE HÍBRIDOS DE PIMENTÃO UTILIZANDO MODELOS MISTOS.....</b>	<b>25</b>
RESUMO.....	26
ABSTRACT .....	27
INTRODUÇÃO .....	28
MATERIAL E MÉTODOS .....	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE PIMENTÃO EM SISTEMA ORGÂNICO PELO PROCEDIMENTO REML/BLUP .....</b>	<b>44</b>
RESUMO.....	45
ABSTRACT .....	46

INTRODUÇÃO .....	47
MATERIAL E MÉTODOS .....	49
RESULTADO E DISCUSSÃO .....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	61
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE PIMENTÃO NOS SISTEMAS CONVENCIONAL E ORGÂNICO .....</b>	
RESUMO.....	64
ABSTRACT .....	65
INTRODUÇÃO .....	66
MATERIAL E MÉTODOS .....	67
RESULTADO E DISCUSSÃO .....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	72
<b>ANEXOS</b>	
CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DOS HÍBRIDOS COMERCIAIS AVALIADOS.....	86
TABELAS: VALORES OBTIDOS PARA CARACTERES DOS HÍBRIDOS COMERCIAIS AVALIADOS. ....	87
NORMAS DA REVISTA HORTICULTURA BRASILEIRA .....	88

## CAPÍTULO I

---

### **INTRODUÇÃO GERAL**

## INTRODUÇÃO GERAL

### 1. Aspectos Gerais da Cultura do Pimentão

Os pimentões são do gênero *Capsicum* pertencentes à família Solanaceae, que incluem também outras hortaliças de importância econômica como o tomate, a batata, a berinjela e o jiló. Segundo Pickersgill (1971) a palavra pimentão (*Capsicum annuum* var. *annuum*), na maioria das línguas, deriva do greco-latino peperis ou piper, que significa pimentão preto, e a palavra *Capsicum* do grego kapso, kaptein (morder, devorar) ou kapsakes (saco, cápsula). A diferença do pimentão com outras espécies do gênero *Capsicum* como as pimentas se deve principalmente a presença ou não do composto químico capsaicina. Este composto é responsável pela pungência das pimentas, e a não manifestação desse caráter, possibilitou o surgimento de plantas não-pungentes como o pimentão. O centro de origem das pimentas do gênero *Capsicum* é o continente americano e o centro de diversidade do pimentão, a forma mais variável e cultivada, inclui o México e a América Central (CARVALHO e BIANCHETTI, 2004).

O gênero *Capsicum* no Brasil destaca-se por possuir ampla diversidade em todas as categorias e contempla quatro espécies domesticadas: *Capsicum annuum* var. *annuum*; *Capsicum baccatum* var. *pendulum*; *Capsicum chinense*; *Capsicum frutescens*. Além de três espécies semidomesticadas: *Capsicum annuum* var. *glabriusculum*; *Capsicum baccatum* var. *praetermissum* e *Capsicum baccatum* var. *baccatum* (REIFSCHNEIDER, 2000).

No gênero *Capsicum* as plantas possuem variação quanto à altura e forma de crescimento, de acordo com a espécie e as condições de cultivo. O sistema radicular é pivotante, com um número elevado de ramificações laterais, podendo chegar a profundidades de 70-120 cm. As folhas apresentam tamanho, coloração, formato e pilosidade variáveis. O sistema de ramificação de *Capsicum* segue um único modelo de dicotomia e, iniciam-se quando a plântula atinge 15 a 20 cm de altura. Um ramo jovem sempre termina por uma ou várias flores (CARVALHO e BIANCHETTI, 2004).

O pimentão e várias pimentas apresentam flores solitárias e corola branca, hermafroditas, com cinco anteras e um estigma. A abertura da flor ocorre com maior frequência nas três primeiras horas do dia, permanecendo abertas, em média, durante 24 horas. A receptividade do estigma pode ocorrer desde a fase de botão, na véspera da antese, até duas ou três horas após a abertura (CASALI *et al.*, 1984).

Classificada como espécie semiperene, o pimentão é predominantemente considerado uma planta autógama, característica marcante do gênero *Capsicum*, apresentando uma taxa de polinização cruzada que pode atingir 36%, principalmente na presença de insetos polinizadores (REIFSCHNEIDER, 2000).

Há grande variação genética em relação a alguns caracteres de importância econômica quando se trata de espécies do gênero *Capsicum*, como: comprimento dos frutos (oscilando de 1 a 30 cm); formato (quadrado, cônico, achatado, em forma de sino); pungência (doces ou pungentes), além de dez diferentes tipos de coloração do fruto. Devido aos altos valores do mercado para os pimentões com diferentes cores, o cultivo destes frutos tem aumentado consideravelmente. Frutos maduros são geralmente de coloração vermelha, mas pode variar desde o amarelo-leitoso, amarelo-forte, alaranjado, salmão, roxo até preto. Outros caracteres morfológicos são citados por Carvalho e Bianchetti (2004) como: formato dos pedicelos; as anteras são geralmente azuladas; os cálices dos frutos maduros são pouco dentados e não possuem constrição anelar na junção do pedicelo; os frutos são geralmente pendentes, persistentes, com polpa firme e as sementes são cor de palha.

Bosland (1993) assegura que os frutos de pimentão não se destacam somente pela sua aparência atrativa do fruto, pelo odor e paladar agradável, mas também por seu valor nutricional, pois possuem alto teor de vitamina C, a qual foi purificada pela primeira vez em *Capsicum* pelo bioquímico húngaro Albert Szent-Györgyi que ganhou o Prêmio Nobel por seu trabalho. A maioria dos frutos de pimentão comercializados são consumidos verdes ou maduros. Sendo o consumo de frutos verdes é maior, em torno de 80% do total de frutos comercializados (OLIVEIRA *et al.* 2003). Segundo Reifschneider (2000) os

frutos de *Capsicum* são fontes importantes de antioxidantes naturais como os carotenóides e a vitamina E, além da vitamina C.

O pimentão figura entre as dez hortaliças mais importantes do mercado de olerícolas, sendo cultivado e consumido em todo o país. Utilizado como componente diário do cardápio da população, seu consumo vem aumentando a cada dia (TRISTÃO, 2011). É caracterizado pela adaptação ao clima tropical sendo sensível a baixas temperaturas e intolerante à geada (RODRIGUES, 1997). Devido a essa sensibilidade, tem-se verificado aumento das áreas de cultivo de pimentão em ambiente protegido nas regiões com baixas temperaturas durante o outono/inverno. No cultivo protegido o pimentão tem sido plantado tanto no solo, predominando frutos coloridos, como também produzidos em hidroponia, lançando mão de híbridos altamente produtivos no lugar de cultivares mais antigas (NASCIMENTO *et al.*, 2002).

De acordo com as preferências do mercado consumidor é que se determina os tipos de pimentão a serem plantados. Alguns mercados preferem pimentões pequenos, daí se planta os pimentões curtos ou "block", muito comuns nas regiões Norte e Nordeste do país. Já os pimentões cônicos são responsáveis pela mais importante área de cultivo. Ultimamente o consumidor tem optado por um pimentão de formato mais retangular, ou seja, um formato intermediário entre curto e cônico longo, com parede mais grossa e por isso, com melhor qualidade de consumo através da boa digestibilidade e melhor rendimento. É esse o tipo de pimentão mais consumido nos países do Mercosul para os quais o Brasil tem se tornado importante fornecedor (MALDONADO, 2001).

Os maiores estados produtores de pimentão no Brasil são, respectivamente em ordem decrescente, São Paulo, Minas Gerais e Ceará, que juntos produzem 44,91% da produção nacional. Pernambuco é o oitavo estado em escala de produção, produzindo 13.960 toneladas de frutos, o que equivale a 5,61% da produção nacional (IBGE, 2006). Segundo levantamento dos dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil, realizado pela Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM), o valor da produção de pimentão ultrapassa os R\$ 360 milhões,

estando entre as 10 hortaliças de maior valor de produção pago aos produtores entre os meses de 2010 e 2011(ABCSEM, 2011).

No estado de Pernambuco o pimentão é tradicionalmente cultivado nos mesoclimas de altitude, porém com uma produção insuficiente para atender ao mercado interno. No entanto, apresenta-se como uma alternativa de cultivo na Mesorregião da Mata Pernambucana. A principal mesorregião produtora de pimentão do Estado é a Agreste, onde é cultivado, predominantemente, por pequenos produtores sem altos recursos tecnológicos (MESQUITA, 2008). De acordo com a Companhia de Abastecimento e de Armazéns Gerais do Estado de Pernambuco, CEASA-PE (2011). Os principais municípios fornecedores de pimentão em Pernambuco são: Camocim de São Félix, Bezerros, Gravatá, São Joaquim do Monte, Chã Grande, Sairé, João Alfredo, Brejo da Madre de Deus e Ibimirim (PE), além de alguns municípios do estado da Paraíba, entre eles: Boqueirão, Lagoa Seca e Alhandra.

## **2. Melhoramento Genético do Pimentão**

O melhoramento genético vegetal é a ciência, a arte e o gerenciamento dos recursos do aperfeiçoamento das plantas visando o benefício da sociedade humana (BERNARDO, 2002). A estratégia do melhorista é reunir em uma cultivar o potencial genético para produtividades superiores, proteção contra os riscos de produção e melhoria da qualidade (BOSLAND, 1996). Segundo Kendall e Lee (2006), práticas de melhoramento de plantas têm melhorado a vida de milhões de pessoas em todo mundo, pois possibilita aos agricultores produzirem alimentos suficientes para alimentar populações em crescimento, acrescentando lucros significativos no comércio de grãos, e minimizando a quantidade de terra necessária à produção agrícola, permitindo assim uma utilização mais intensiva das terras de culturas existentes.

Segundo Reifschneider (2000), os programas de melhoramento genético de pimenta e pimentão usam métodos e princípios científicos, baseados em procedimentos bioestatísticos e genéticos, para acelerar, por meio da seleção, o processo de obtenção de novas combinações gênicas que levam a síntese de cultivares superiores. Greenleaf (1986) descreve os métodos de melhoramento utilizados para obtenção das cultivares de pimentão,

destacando: a) seleção por pedigree; b) hibridação dessas cultivares superiores e posterior seleção; c) transferência de genes de cultivares primitivas ou espécies selvagens para as principais cultivares pelo método de retrocruzamento; d) intercruzamento entre diferentes famílias e parentais através de seleção recorrente.

Atualmente, os métodos são utilizados aliados ao aperfeiçoamento do conhecimento da genética e ferramentas como a biometria e a biologia molecular que possibilitam o desenvolvimento de novos genótipos mais adaptados e mais produtivos, tornando o mercado de produção de sementes mais atraente. Há vários trabalhos disponíveis na literatura que faz o uso destas ferramentas mostrando como tais ferramentas podem ser úteis, auxiliando o melhoramento genético do pimentão (THABUIS *et al.*, 2004; COSTA *et al.*, 2009; KADRI e KILIC, 2010; KARGBO e WANG., 2010).

As principais cultivares de pimentão no Brasil surgiram por meio de seleções feitas possivelmente em populações introduzidas da Espanha e Itália, não se sabendo onde e em que época exatamente se iniciou aqui o cultivo em maior escala (SOUZA e CASALI, 1984). Até a década de sessenta, as principais cultivares plantadas eram aquelas selecionadas por agricultores, que levavam em consideração o vigor da planta, frutos graúdos e de formato cônico, com polpa espessa e firme. Normalmente recebiam o nome do produtor (cv. Ikeda) ou do local onde eram cultivadas (cv. Avelar), no Estado do Rio de Janeiro, e cv. São Carlos, no Estado de São Paulo (REIFSCHNEIDER, 2000).

De acordo com Melo *et al.*, (2003), o programa de melhoramento de pimentão, coordenado pelo pesquisador do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) Hiroshi Nagai, teve início em 1961 resultando em cultivares da série Agrônomo, com resistência múltipla às estirpes do mosaico-do-pimentão (PVY), com destaque para o Agrônomo 10G. Essa cultivar foi utilizada como fonte de resistência em programas de melhoramento de vários países.

Desde 1980, a Embrapa Hortaliças vem conduzindo um programa de melhoramento genético de *Capsicum* visando o desenvolvimento de linhagens, cultivares e híbridos com resistência múltipla a doenças e com melhor

produtividade e qualidade de fruto, de forma a atender as demandas do setor produtivo por novos materiais genéticos dos diferentes segmentos do agronegócio brasileiro. Apesar da predominância de melhoramento do pimentão à resistência a pragas e doenças, alguns caracteres têm tido uma maior importância nos trabalhos mais recentes, como por exemplo, a firmeza e o comprimento dos frutos; o teor de matéria seca; número de sementes e a espessura da polpa, que estão relacionados à tolerância ao transporte a longas distâncias e ao tempo de banca de feira ou mercado (REIFSCHNEIDER, 2000).

Miranda (1987) comenta que em geral, não se considerando uma espécie em particular, todos os países que adotaram o uso de híbridos têm uma agricultura adiantada. Antes da adoção dos híbridos, foram desenvolvidas, nesses países, dezenas ou mesmo centenas de cultivares de polinização aberta. A partir destas, é que foram produzidos os híbridos. Conforme Maluf (2001), no Brasil, o processo pela adoção de híbridos comerciais foi mais lento, destacando-se apenas na década de 1990, principalmente na região sudeste.

A necessidade de genótipos comerciais mais adaptados e responsivos às condições diversas do território brasileiro pode ser sanada em trabalhos de melhoramento com o uso de cruzamentos de cultivares nacionais com as introduzidas do exterior, com características desejáveis, além de incentivos à pesquisas nas unidades públicas do país, sejam elas de ensino, pesquisa ou privadas que, por sua vez, é a responsável pelas melhores cultivares presentes atualmente no mercado.

A produção de sementes híbridas F1, vêm sendo utilizada em diversas culturas hortícolas, destacando-se a berinjela, repolho, cebola e tomate em maior importância. Híbridos comerciais não somente tem um processo de desenvolvimento mais trabalhoso, quando há necessidade de realizar cruzamentos manuais, do que cultivares de polinização aberta, mas também implicam maior complexidade no sistema de produção de sementes, o que acaba por resultar em sementes de valor unitário substancialmente mais elevado (MALUF, 2001).

As vantagens de se utilizar híbridos F1 estão fundamentadas na combinação de diferentes caracteres qualitativos e quantitativos. Em hortaliças, as vantagens estão relacionadas à maior uniformidade, vigor da planta, homeostase, maturação precoce, resistência a patógenos, aumento da qualidade e do rendimento, garantindo o retorno do investimento (MIRANDA e CASALI, 1988; MALUF, 2001). As desvantagens quanto às dificuldades na produção de sementes F1 comercial são: a emasculação e a polinização manual que demandam mão de obra treinada. Tem-se proposto, para baratear e promover o aumento da produção de semente híbrida, o uso de macho-esterilidade do tipo genético-citoplasmática. Macho esterilidade em plantas são encontradas como mutante em cerca de 0,01% das plantas de grandes campos de produção (GREENLEAF, 1986).

Além de cultivares de frutos verdes (quadrados ou cônicos) e vermelhos quando maduros, existe outras cores de fruto no mercado de pimentão, cores que variam de marfim a púrpura, passando pelo creme, amarelo e laranja. Porém no mercado há um maior número de híbridos que se caracterizam pela resistência à doenças, alto vigor, produtividade, precocidade de produção e uniformidade (REIFSCHNEIDER, 2000).

Atualmente, há muitas cultivares presentes no mercado nacional de sementes de pimentão, com destaque para os híbridos que predominam no cultivo protegido e têm presença significativa em campo aberto. Entre estes, os híbridos Margarita, Paloma, Rúbia, Escarlata, Magali R, Impacto, Enterprise, Máximos, Hebron, Solario, Aquarium, Bruno F1, Shakira e H. AF 7086 são de grande importância em Pernambuco.

### **3. Interação Genótipos x Ambientes**

Quijada (1980) define a interação genótipos x ambientes (I.G.E) como sendo a falta de uniformidade na resposta de dois ou mais grupos de plantas em dois ou mais ambientes. Por sua vez, Borém (1997) indica que a I.G.E. é devido à alteração no desempenho relativo dos genótipos, em virtude da diferença de ambiente. Da mesma forma, Cruz e Carneiro (2003) definem que a I.G.E. é decorrente do comportamento diferenciado de materiais genéticos frente a condições ambientais distintas.

Considerando este efeito, a expressão do genótipo pode ser diferente quando se altera o ambiente, tornando-se necessário a realização de um grande número de avaliações das cultivares nos diferentes ambientes para se ter segurança na seleção ou na recomendação de cultivares. Bernardo (2002) exemplifica que para o lançamento de um híbrido de milho em um programa de melhoramento faz-se o teste em cerca de 120 a 2100 ambientes, antes de ser vendido aos agricultores.

Os efeitos puramente ambientais, refletindo o potencial ecológico de diferentes locais e as condições de manejo, não são de interesse direto para a obtenção ou a recomendação de cultivares de plantas. Segundo Allard e Bradshaw (1964), existem duas condições de ambiente que influenciam para a I.G.E.: a primeira é denominada previsível e incluem as variações de ambiente que ocorrem de local para local, dentro da área de distribuição da cultura. Dentro desta condição de ambiente, estão características como: clima, solo e técnicas agronômicas etc. A segunda condição compreende as variações imprevisíveis, como frequência e distribuição de chuvas, temperatura do ar e do solo, ocorrência de geadas, entre outras. Os fatores previsíveis podem ser avaliados individualmente e coletivamente para outras interações com os genótipos. Estudos podem ser realizados como: genótipos x tipos de solo; genótipos x espaçamentos; genótipos x datas de plantio e genótipos x interação densidade populacional de plantas. Já os fatores imprevisíveis que influenciam com as interações dos genótipos com locais, anos, e locais x anos, podem ser avaliadas em muitas espécies (FEHR, 1987).

Vencovsky (1978) destaca a grande importância do fenômeno da interação de tratamentos com ambientes para o melhoramento e salienta, citando Allard (1971), que a magnitude da interação depende muito do material ensaiado e também das condições ambientais onde o mesmo é colocado. Do ponto de vista do melhoramento, o fato da I.G.E. ser significativa não esclarece a situação, sendo preciso levar o estudo mais adiante. De fato, pode-se mostrar que a interação é composta de duas partes, a saber: (a) uma, devida à diferença na variabilidade genética do material, dentro dos ambientes; (b) a segunda, advinda da falta de correlação entre o material de um ambiente para

outro. O importante é se notar que a segunda parte é a mais importante da interação, pois uma correlação baixa pode significar que o material superior num ambiente pode não sê-lo no outro. Vencovsky (1978) salienta a importância de se perceber que a interação pode existir com alta correlação entre ambientes.

Sob a ótica da seleção em um programa de melhoramento, Bernardo (2002) relatou três posicionamentos a serem tomados diante da presença da interação genótipos e ambientes: ignorá-la, reduzi-la ou explorá-la. No primeiro caso, assume-se a presença da I.G.E. e as cultivares são avaliadas em diversos ambientes e recomendadas com base na média geral de desempenho de genótipos, obtida nos ensaios de vários locais. A seleção é baseada no desempenho médio de locais. Os genótipos superiores não são, necessariamente, os melhores materiais disponíveis para cada ambiente específico. Na segunda situação, os efeitos da I.G.E. podem ser reduzidos dividindo-se o conjunto total de ambientes em subgrupos homogêneos (SHO). Agregam-se geralmente condições ambientais similares, tais como: temperatura, precipitação, comprimento de dia, tipos de solo, entre outros; também, respostas semelhantes quanto ao nível de estresse ambiental, bióticos e abióticos. Neste caso, as cultivares são recomendadas e direcionadas individualmente para cada subgrupo. Por fim, o melhoramento pode ser direcionado à máxima exploração da I.G.E., permitindo a capitalização do componente variância genética ( $V_g$ ) na seleção. Seu objetivo é identificar cultivares com os melhores desempenhos em condições ambientais específicas

Estudos sobre a pré-disposição de genótipos à I.G.E confirmaram que este é um componente herdável, passível de seleção (VENCOSKY, 1978). Vencovsky e Barriga (1992) investigaram a natureza da I.G.E a partir de um modelo de ação de um gene, com dois alelos, demonstrando que a interação entre genótipos e ambientes é determinada geneticamente pela variação dos efeitos dos locos em homozigose, em heterozigose e pela covariância dos efeitos gênicos destes dois locos. Torna-se possível assim a obtenção de

genótipos menos submetidos a seus efeitos, com maior estabilidade (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

Existem caracteres que não sofrem grandes alterações com as variações ambientais e aos efeitos das interações com o genótipo, porém, os caracteres de maior interesse econômico geralmente são quantitativos e, portanto, pequenas variações no ambiente são suficientes para provocar modificações fenotípicas significativas, como seriam os casos de produção, altura, diâmetro, e vários outros caracteres em diversas culturas. Caracteres quantitativos, especialmente afetados pelo ambiente, apresentam frequente significância deste efeito (BERNARDO, 2002).

Shimizu (1986) verificando a I.G.E. em *Pinus elliotii*, constatou a necessidade de definir-se os locais mais adequados à seleção de famílias de *P. elliotii* para assegurar o maior ganho genético possível. Gualberto (2002) avaliando a produtividade, adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de tomateiro, verificou através da análise da I.G.E. pelo método de Eberhart e Russell, a eficiência na discriminação do desempenho individualizado das cultivares, em face das variações ambientais. Vários estudos sobre a I.G.E. abrangem cereais, espécies frutíferas, florestais e olerícolas, entre outras (MARJANOVIĆ-JEROMELA, 2011; SILVA *et al.*, 2011; SRINIVASA *et al.*, 2011; TONK *et al.*, 2011). Há trabalhos relacionados à I.G.E. em pimentão, (HODDES *et al.*, 1995; STOFFELLA *et al.*, 1995 e MOREIRA *et al.*, 2010), porém, mesmo considerando a literatura mundial, ainda há poucos estudos e o aumento desses poderia contribuir para que fossem tomadas decisões mais acertadas em relação a utilização de cultivares em ambientes específicos.

Diversos métodos visando estudar a I.G.E. têm sido propostos, destacando-se aqueles que se baseiam nas análises de variância, na regressão linear, regressão não linear e na regressão segmentada (CRUZ e REGAZZI, 1997; TOLER e BURROWS, 1998; ROSSE e VENCOVSKY, 2000). A metodologia de Eberhart e Russell (1966), fundamentada na análise de regressão linear simples, quando comparada a outras metodologias, tem se destacado como uma das que melhor expressa os resultados da adaptabilidade e estabilidade de genótipos em diferentes ambientes, em função

da maior facilidade dos cálculos e das informações que fornece (SILVA *et al.*, 1995; COSTA *et al.*, 1999). O uso de modelos de análise de regressão para o estudo das I.G.E foi primeiramente proposto por Yates e Cochran (1938), mas suas idéias não foram retomadas até que Finlay e Wilkinson (1963) redescobriu o mesmo método. Modelos multiplicativos auxiliam na identificação de cultivares mais ajustadas a condições ambientais específicas, ou subconjuntos de cultivares que não exibam interações complexas. Revisões mais completas destes métodos, fornecendo modelos estatísticos e exemplos aplicados, podem ser encontradas em Kang e Magari (1996), Duarte e Vencovsky (1999), Bernardo (2002), Cruz e Carneiro (2003).

#### **4. Sistemas de Cultivo**

Em vista do manejo diferenciado, seja no sistema convencional seja no protegido ou no orgânico, o cultivo sustentável demanda cultivares bem adaptadas e que proporcionem o melhor rendimento e elevado padrão de qualidade. Para obter o máximo de benefícios de cada um desses diferentes sistemas de cultivo, o conhecimento da interação genótipo por ambientes é fundamental, uma vez que ela se faz presente todas as vezes em que testam-se diversas cultivares, em diferentes condições ambientais (GUALBERTO *et al.*, 2002).

Os solos indicados para o cultivo convencional de pimentão são os profundos, leves, drenados (com bom escoamento de água, não sujeitos a encharcamento) e preferencialmente férteis. O plantio de pimentão pode ser feito em canteiros ou em sulcos (REIFSCHNEIDER, 2000). No cultivo convencional (aração mais gradagem) ou gradagem profunda, o solo é preparado mediante aração seguida de gradagem, de gradagem com grades aradoras ou grades pesadas. Outra alternativa e que demanda de menos recursos é o cultivo mínimo (só gradagem), onde o preparo do solo se caracteriza pela menor utilização de implementos. Basicamente, utiliza-se a grade niveladora e, eventualmente, o arado escarificador, que revolve o solo, melhorando a sua drenagem e a condição física.

De uma forma geral a produção de pimentão em um sistema convencional envolve as seguintes etapas: remoção da vegetação nativa (desmatamento); aração; calagem; gradagem; semeadura; adubação mineral;

aplicação de defensivos agrícolas (controle fitossanitário); capinas (manual, mecânica ou por uso de herbicidas) e a colheita.

De acordo com Reifschneider (2000), a produtividade do pimentão cultivado em campo, com sistema de cultivo convencional fica em torno de 25-40 t/ha. Em um experimento de pimentão no sistema de cultivo convencional com diferentes reposições de água no solo encontrou produtividades variando de 43 a 115 t/ha (SANTANA *et al.*, 2011). A produção neste sistema é influenciada por diversos fatores, mas é certo que será o tanto maior quanto for o nível de tecnologia adotado no cultivo de pimentão.

OLIVEIRA *et al.* (2005), afirmam que nos últimos anos o cultivo no sistema orgânico vem crescendo principalmente, porque na última década, o nível de conscientização quanto às relações da agricultura com o ambiente, aos recursos naturais e à qualidade dos alimentos, cresceu substancialmente. Com isso, a demanda por alimentos saudáveis, livres de resíduos tóxicos, e a necessidade de preservação ambiental têm crescido em todo o mundo (VIDAL *et al.*, 2007).

A agricultura orgânica surgiu entre 1925 a 1930 com os trabalhos do inglês Albert Howard, que ressaltam a importância da matéria orgânica nos processos produtivos e mostram que o solo não deve ser entendido apenas como um conjunto de substâncias, tendência proveniente da química analítica, pois nele ocorre uma série de processos vivos e dinâmicos essenciais a saúde das plantas (HENZ *et al.*, 2007).

Na legislação brasileira o texto da lei nº 10.831, de 23/12/03, considera como sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a

proteção do ambiente. Fica claro que produtos orgânicos não se referem apenas a plantas sem agrotóxicos. Além de não se empregar produtos químicos, na produção, vários princípios e métodos naturais devem ser adotados.

Segundo Negretti *et al.* (2010), no sistema orgânico de produção a preocupação especial é dada a nutrição da planta, pois plantas bem nutridas estão menos suscetíveis à pragas e doenças. A matéria orgânica aplicada ao solo através da incorporação de húmus e outras fontes, além de melhorar a estrutura física e biológica do solo, proporciona uma maior eficiência na capacidade das plantas na assimilação dos nutrientes.

Segundo Souza (2006), a produtividade do pimentão, no sistema orgânico, tem sido em média de 16.000 kg/ha, podendo atingir 25.000 kg/ha com maiores aportes de insumos, índices que têm permitido boa rentabilidade econômica ao produtor orgânico. Esse rendimento médio pode ser aumentado com a utilização da adubação orgânica em cobertura com biofertilizante líquido enriquecidos com nitrogênio e potássio de fontes orgânicas, aplicados via solo. Os produtos orgânicos, quando comparados com os alimentos produzidos no sistema convencional, apresentam uma composição mais diversificada e rica em minerais, fitohormônios, aminoácidos e proteínas, bem como maiores teores de carboidratos e matéria seca (SOUZA, 2003).

Os preços dos produtos orgânicos são diferenciados, servindo de incentivo para os produtores. Segundo Martins *et al.* (2006), o preço médio do quilo de pimentão sob cultivo convencional no estado de São Paulo, em 2004, foi R\$ 2,52, já o praticado para o produto orgânico foi R\$ 7,77, representando um aumento de 208 %. Porém, a competitividade desses produtos depende, em parte, da geração de conhecimentos e de bases tecnológicas apropriadas que assegurem a sua sustentabilidade, como a melhoria nas técnicas de manejo, nos insumos utilizados e nas cultivares, que devem ser adaptadas a essa forma de cultivo (VENTURA *et al.*, 2007).

As hortaliças orgânicas podem ser consideradas como os produtos agrícolas de maior valor agregado. Esta agregação chega a alcançar sobrepreços de até 500% em relação ao correspondente produto convencional, atingindo valores de R\$ 5,00 a R\$ 15,00 por kg em função do tipo de mercado.

Indubitavelmente representa uma grande oportunidade comercial, ainda explorada por poucos (SOUZA, 2011).

## 5. Modelos Mistos

No melhoramento de plantas perenes, as técnicas de avaliação genética desempenham papel fundamental, pois permitem a predição dos valores genéticos aditivos e genotípicos dos candidatos a seleção, propiciando uma seleção mais acurada (RESENDE, 2000). Resende e Duarte (2007) asseguram que na estimação ou predição dos valores genotípicos, o mais importante é a escolha do método de estimação/predição. Esse método deve propiciar a inferência mais precisa e realista possível, devendo ser avaliado segundo parâmetros estatísticos adequados.

Tem-se como procedimentos utilizados para predição dos valores genéticos e estimativas dos componentes de variância dos genótipos submetidos à seleção o BLUP, procedimento ótimo de predição de valores genéticos, e o REML, procedimento ótimo de estimação de componentes de variância. Os modelos mistos são utilizados para modelar dados de experimentos cuja estrutura de tratamento envolve alguns fatores que são fixos e alguns que são aleatórios. Conforme Resende (2004), em experimentos em campo os efeitos ambientais identificáveis (blocos, locais) podem ser considerados fixos ou aleatórios.

A análise de variância (ANOVA), junto à análise de regressão foram, por muito tempo, a base da análise e modelagem estatística (RESENDE, 2004). Porém, após o desenvolvimento dos métodos BLUP por C. R. Henderson, na década de 1940 (BERNARDO, 2002), e REML por Patterson e Thompson, em 1971 (RESENDE, 2002), fez com que estes se constituíssem, hoje, modelos de maior precisão para a análise em uma gama de aplicações, substituindo, com vantagem, o método ANOVA, especialmente nos casos de experimentos com certos graus de desbalanceamento.

Bernardo (2002) comenta que o procedimento BLUP apresenta como aspecto vantajoso, além da possibilidade de levar em conta o relacionamento genético entre os tratamentos genéticos, promover uma melhor análise dos

dados sob condições de desbalanceamento, retornando predições mais confiáveis do que as obtidas pelo método dos quadrados mínimos. Já o REML, permite estimar os componentes de variância, e se torna superior ao método de análise de variância (ANOVA) em situação de dados desbalanceados (RESENDE, 2002).

A maior barreira em se utilizar modelos mistos era pelas dificuldades de cálculos e modelagem e pela necessidade de recursos computacionais, o que atualmente não é mais problema após o desenvolvimento de *softwares* como DFREML em 1988; MTDFREML em 1993; ASREML em 1998 (RESENDE, 2002); SELEGEN REML-BLUP em 1997 (RESENDE e OLIVEIRA, 1997) e ainda de implementações no SAS (DUARTE; VENCOSKY, 2001).

A metodologia de modelos mistos tem sido utilizada para seleção em diversas culturas perenes como: Açaizeiro (FARIAS NETO *et al.*, 2011), Cajueiro (PAIVA *et al.*, 2007), Coqueiro (FARIAS NETO *et al.*, 2009), guaranazeiro (ATROCH *et al.*, 2004), Pinhão Manso (JUHÁSZ *et al.*, 2010), Trigo (PIEPHO e MOHRING, 2005) além da abordagem destes modelos em culturas hortícolas como em batata-doce (BORGES *et al.*, 2010) e cenoura (SILVA *et al.*, 2011). Mais detalhes sobre o REML/BLUP são apresentados por Resende *et al.* (1993; 1996) e Resende (2002; 2007a, 2007b).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCSEM, Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudanças. Projeto para o levantamento dos dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil, 2010/2011. Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/arqeditor/file/camaras\\_setoriais/Hortalicas/Dados\\_Economicos/ABCSEM%202011.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arqeditor/file/camaras_setoriais/Hortalicas/Dados_Economicos/ABCSEM%202011.pdf). Acessado em 29 de fevereiro de 2011.

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

ATROCH, A. L.; RESENDE, M. D. V.; NASCIMENTO FILHO, F. J. Seleção clonal em guaranazeiro via metodologia de modelos lineares mistos (REML/BLUP). **Revista de Ciências Agrárias**, Recife. p. 193-201. 2004.

BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in plants**. Stemma Press: Woodbury Minesota, p. 369, 2002.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, p. 547, 1997.

BOSLAND, P. W. **Breeding for quality in *Capsicum***. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, v. 12. p. 25-30. 1993.

BOSLAND, P. W. *Capsicums: Innovative uses of an ancient crop*. In: J. JANICK (ed.), **Progress in new crops**. ASHS Press, Arlington, VA. p. 479-487. 1996.

BORGES, V. *et al.* Seleção de clones de batata-doce pelo procedimento REML/BLUP. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá. vol. 32, n.4, p. 643-649. 2010.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B. **Sistema de produção de pimentas (*Capsicum spp.*)**: Botânica. Embrapa Hortaliças. Brasília, 2004. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/pimenta/botanica.htm>. Acesso em 04 de outubro de 2011.

CASALI, V. W. D.; PÁDUA, J. G.; BRAZ, L. T. Melhoramento de pimentão e pimenta. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.113, p.19-20, 1984.

CEASAPE (2011). Centro de Abastecimento Alimentar de Pernambuco – CEASA/PE. Calendário de comercialização de hortigranjeiros 2011. Disponível em: [http:// www.ceasape.org.br/calendariopdf/calendariodecomercializacaoodehortigranjeiros2011.pdf](http://www.ceasape.org.br/calendariopdf/calendariodecomercializacaoodehortigranjeiros2011.pdf). Acesso em 04 de outubro de 2011.

COSTA, J. G. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade da produção de cultivares de milho recomendadas para o Estado do Acre. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n.1, p.7-11, 1999.

COSTA, F. R. *et al.* Marcadores RAPD e caracteres morfoagronômicos na determinação da diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p. 696-704, 2009.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, v.2, p. 585, 2003.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2<sup>o</sup> ed. Viçosa : UFV, p. 390, 1997.

DUARTE, J. B.; VENCOVSKY, R. **Interação genótipos x ambientes**: uma introdução à análise AMMI. Sociedade Brasileira de Genética, 60p. (Série Monografias, 9), Ribeirão Preto, 1999.

DUARTE, J. B.; VENCOVSKY, R. Estimação e predição por modelo linear misto com ênfase na ordenação de médias de tratamentos genéticos. **Scientia Agricola**, São Paulo, v. 58, n. 1, p. 109-117, 2001.

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

FARIAS NETO, J. T. de, *et al.* Seleção simultânea em progênies de açazeiro irrigado para produção e peso do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, vol.33, n.2, p. 532-539. 2011.

FARIAS NETO, J.T. de; *et al.* Seleção genética em progênies híbridas de coqueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, p. 190-196, 2009.

FEHR, W. R. **Principles of cultivar development**. New York: Macmillan, p. 247-260. 1987.

FINLAY, K. W.; WILKINSON G. N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, {s.l}, p. 742-744, 1963.

GREENLEAF, W. H. Pepper breeding, p. 67–134. In: Bassett, M.J. (ed.). **Breeding vegetable crops**. AVI, Westport, CT. 1986.

GUALBERTO, R. *et al.* Produtividade, adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de tomateiro sob diferentes condições de ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.1, p. 81-88, 2002.

HENZ, G. P.; ALCÂNTARA, F. A.; RESENDE, F. V. Produção orgânica de hortaliças: o produtor pergunta, a Embrapa responde. **Embrapa Informação Tecnológica**, Brasília, p. 308, 2007.

HODDES, L; *et al.* Adaptability and reliability of yield for four bell pepper cultivars across three southeastern states. **Hostscience**, {s.l}. n.30. p.1205-1210. 1995.

IBGE. Censo agropecuário de 2006/2007. Disponível em: [ttp://www.ibge.gov.br/home/estatística/economia/agropecuaria/censoagro/2006/agropecuario.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatística/economia/agropecuaria/censoagro/2006/agropecuario.pdf). Acessado 04 de outubro de 2011.

JUHÁSZ, A.C.P. *et al.* Parâmetros genéticos e ganhos com a seleção para a população de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo. v. 30, n.61, p.25-35, 2010.

KADRI, B. M.; KILIC, M. Mathematical Modeling in the Estimation of Pepper (*Capsicum annuum* L.) Fruit volume. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chile, v. 70, n. 4, 2010.

KANG, M. S; MAGARI, R. New developments in selecting for phenotypic stability in crop breeding. In: KANG, M. S.; GAUCH, H. G. (Ed.). **Genotype by environment interaction**. Boca Raton: CRC Press, p. 1-14, 1996.

KARGBO, A.; WANG, C. Complex traits mapping using introgression lines in pepper (*Capsicum annuum*). **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi. v. 5(8), p. 725-731, 2010.

KENDALL, R. L.; LEE, M. **Plant Breeding**: The Arnel R. Hallauer International Symposium. p. 392, 2006.

MALDONADO, V. O Cultivo do Pimentão. Revista Cultivar Hortaliças e Frutas. n. 05. 2001. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=100>. Acessado em 28 de fevereiro de 2012.

MALUF, W. R. Heterose e emprego de híbridos F1 em hortaliças. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES, M. C. (Ed.) Recursos genéticos e melhoramento: plantas. Rondonópolis: Fundação MT, p. 650-671, 2001.

MARJANOVIĆ-JEROMELA A; NAGL N; GVOZDANOVIĆ-VARGA J; HRISTOV N; KONDIĆ-ŠPIKA A; VASIĆ M; MARINKOVIĆ R. 2011. Genotype by environment interaction for seed yield per plant in rapeseed using ammi model. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 46: 174-181.

MARTINS, V. A.; CAMARGO FILHO, W. P.; BUENO, C. R. F. Preços de frutas e hortaliças da agricultura orgânica no mercado varejista da cidade de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.36, n.9, p. 42-52, 2006.

MELO, A. M. T. de, e MELO, P. C. T. de. Hiroshi Nagai (1935-2003): sua vida e contribuições à olericultura. **Horticultura Brasileira**, Brasília. vol.21, n.4, p. 734-734. 2003.

MESQUITA, J. C. P. Determinação da heterose e da capacidade geral e específica de combinação para dez características agronômicas em pimentão (*Capsicum annuum* L.). 2008. 59 f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

MIRANDA, J. E. C. Análise Genética de um cruzamento dialélico em pimentão (*Capsicum annuum* L.). 1987. 159 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas), ESALQ, Piracicaba, 1987.

MIRANDA, J. E. C.; CASALI, V. W. D. Métodos de melhoramento aplicados as espécies autógamas. In: Simpósio Brasileiro sobre *Capsicum*, 1., Dourados. Anais. Dourados: SOB. p.15-30, 1988.

MOREIRA S. O. *et al.* Desempenho agronômico de linhas endogâmicas ecombinadas de *Capsicum annuum* L. em sistema orgânico sob cultivo protegido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 886-891, 2010.

NASCIMENTO, I. R. *et al.* Avaliação de características produtivas de híbridos de pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 345, 2002.

NEGRETTI R. R. D., *et al.* Avaliação da adubação orgânica em pimentão *Capsicum annuum* cultivado em sistema orgânico de produção sob ambiente protegido. **Revista da FZVA**, Rio Grande do Sul, v. 17, n.1, p. 27-37. 2010.

OLIVEIRA, F. L. *et al.* Desempenho do consórcio entre repolho e rabanete com pré-cultivo de crotalária, sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n.2, p. 184-188, 2005.

OLIVEIRA, R. M. B. *et al.* Manejo da irrigação e da adubação nitrogenada sobre a qualidade dos frutos de pimentão em condições controladas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 376-377, 2003.

PAIVA, J. R.; *et al.* Seleção de clones de cajueiro comum pelo método em tandem e índice de classificação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.3, p.765-772, 2007.

PICKERSGILL, B. Relationships Between Weedy and Cultivated Forms in Some Species of Chili Peppers (Genus *Capsicum* ). **Evolution**, {s.l}, v. 25, n.4, p. 683-691, 1971.

PIEPHO, H. P.; MÖHRING, J. Best linear unbiased prediction for subdivided target region. **Crop Science**, Madison, v. 45, n. 3, p. 1151-1159, 2005.

QUIJADA, R. M. Interacion genótipos x ambientes. In: FAO/DANIDA. **Mejora genética de arboles forestales**. Merida, p. 231-235, 1980.

REIFSCHNEIDER, F. J. B., org. **Capsicum. Pimentas e pimentões no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças, p. 113, 2000.

RESENDE, M. D. V. de; HIGA A. R.; LAVORANTI O. J. Predição de valores genéticos no melhoramento de *Eucalyptus*: melhor predição linear. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO,1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7.; 1993, Curitiba. Floresta para o Desenvolvimento: Política, Ambiente, Tecnologia e Mercado: **anais**. São Paulo: SBS; SBEF, V. 1, p. 144-147, 1993.

RESENDE, M. D. V. de; *et al.* Estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML) e melhor predição linear não viciada (BLUP) em *Pinus*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 32/33, p. 23-42, 1996.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica: Colombo: Embrapa Florestas, p. 975, 2002.

RESENDE, M. D. V. Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 561 p. 2007a.

RESENDE, M. D. V. **SELEGEN-REML/BLUP**: Sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. Colombo: Embrapa Florestas, 359 p., 2007b.

RESENDE, M. D. V. Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo. (Documentos, 100). Colombo: Embrapa Floresta, 2004.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, V.37, p. 182-194, 2007.

RESENDE M. D. V.; OLIVEIRA, E. B. Sistema 'SELEGEN' - Seleção genética computadorizada para o melhoramento de espécies perenes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 32, n. 9, p. 931-939, 1997.

RODRIGUES, J. L. M. T. C. Projeto, construção e teste de casa de vegetação para a produção de alface na região de Viçosa-MG. 1997. 61 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

ROSSE L. N.; VENCOSKY R. Modelo de regressão não-linear aplicado ao estudo da estabilidade fenotípica de genótipos de feijão no Estado do Paraná. **Bragantia**, São Paulo, p. 99-107, 2000.

SANTANA, M. J. *et al.* Viabilidade técnica e econômica da aplicação de água na Cultura do pimentão. **Global Science and Technology**, Campus Rio Verde, v. 04, n. 02, p. 75 – 82, 2011.

SHIMIZU, J. Y. Interação genótipo e ambiente em *Pinus elliottii* no sul do Brasil. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 12, p. 12-20, 1986.

SILVA F. G.; ANUNCIÇÃO FILHO C. J.; TABOSA J. N. Estabilidade da produção de grãos de arroz irrigado nos estados de Alagoas e de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 347-351, 1995.

SILVA, G. O. *et al.* Verificação da adaptabilidade e estabilidade de populações de cenoura pelos métodos AMMI, GGE biplot e REML/BLUP. **Bragantia**, São Paulo. vol.70, n.3, p. 494-501. 2011.

SRINIVASA, R. A. O. P. *et al.* Application GGE biplot and AMMI model to evaluate sweet sorghum (*Sorghum bicolor*) hybrids for genotype x environment interaction and seasonal adaptation. **Indian Journal of Agricultural Sciences** {s.l}. n. 81: p.438-444. 2011.

SOUZA, J. L. Hortaliças orgânicas: agregando valor, saúde e saldos ambientais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, 2011.

SOUZA, J. L. Manual de horticultura orgânica – Viçosa: Aprenda Fácil, p. 564, 2003.

SOUZA, J. L. Manual de horticultura orgânica.- 2. ed. atual. e ampl.- Viçosa: Aprenda Fácil, p. 843, 2006.

SOUZA, R. J. DE; CASALI, V. W. D. Cultivares de pimentão e pimenta. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.113, p.14-18, 1984.

STOFFELLA, P. J.; *et al.* Yield and fruit size stability differs among bell pepper cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. {s.l}, n. 120. p.325-328. 1995.

THABUIS A., *et al.* Marker-assisted introgression of 4 *Phytophthora capsici* resistance QTL alleles into a bell pepper line: validation of additive and epistatic effects. **Molecular Breeding**, {s.l}, p. 9-20, 2004.

TOLER J. E., BURROWS P. M. Genotypic performance over environmental arrays: a non-linear grouping protocol. **Journal of Applied Statistics**, {s.l}, p. 131-143, 1998.

TONK, F. A.; ILKER, E.; TOSUN, M. Evaluation of genotype x environment interactions in maize hybrids using GGE biplot analysis. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. {s.l}, n. 11. p.1-9. 2011.

TRISTÃO, P. 2011. Cultivo em estufa proporciona pimentão o ano todo. Disponível em: <http://www.cpt.com.br/artigos/cultivo-em-estufa-proporciona-pimentao-o-ano-todo>. Acesso em 04 de outubro de 2011.

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

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. **Melhoramento de milho no Brasil**. Campinas, Fundação Cargill, p.122-99, 1978.

VENTURA, S. R. S. *et al.* Influência das doses de nitrogênio e das coberturas vivas do solo em cultivo orgânico de berinjela, na incidência de *Corythaica cyathicollis* em diferentes períodos do dia. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 20, n.4, p. 59-63, 2007.

VIDAL, V. L. *et al.* Desempenho de feijão-vagem arbustivo, sob cultivo orgânico em duas épocas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n.1, p. 10-14, 2007.

YATES F.; COCHRAN W.G. The analysis of groups of experiments. **The Journal of Agricultural Science**, {s.l}, p. 556-580, 1938.

## CAPÍTULO II

---

### **ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E PREDIÇÃO DE VALORES GENOTÍPICOS DE HÍBRIDOS DE PIMENTÃO UTILIZANDO MODELOS MISTOS**

## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo estimar os parâmetros genéticos e prever os valores genotípicos envolvidos em caracteres agrônômicos de híbridos comerciais de pimentão no sistema de cultivo convencional, a fim de identificar os híbridos de melhor desempenho. O experimento foi conduzido na Estação Experimental Luiz Jorge da Gama Wanderley - IPA, localizada na Mesorregião da Mata Pernambucana, em Vitória de Santo Antão – PE, no período de outubro de 2010 a março de 2011. Foram avaliados sete híbridos comerciais em sistema de cultivo convencional. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com sete tratamentos, seis repetições, e parcela útil constituída por oito plantas. Avaliaram-se as seguintes variáveis agrônômicas: massa total de frutos (MTF); número total de frutos (NTF); comprimento médio dos frutos (CMF); diâmetro médio dos frutos (DMF); número de lóculos do fruto (NL) e espessura média do pericarpo (EP). Estimação de parâmetros genéticos e predição dos valores genotípicos utilizando a metodologia dos modelos mistos via procedimento REML/BLUP, empregando o software SELEGEN, modelo estatístico 21. Foi empregado o índice de seleção baseado na soma dos postos ou índice de Mulamba e Mock ( $I_{MM}$ ). Todos os caracteres apresentaram boa acurácia. Através dos valores do coeficiente de variação relativa (CVr), verificou-se que os caracteres CMF; DMF; NL; EP, foram superiores à unidade, indicando que a variância genética para estes caracteres supera a variação ambiental. Constatou-se que as estimativas de herdabilidade média dos híbridos foram altas para os caracteres NTF e MTF, variando de 0.69 a 0.80. Para os demais caracteres avaliados a herdabilidade média foi considerada muito alta, acima de 90% para CMF; DMF e EP e 89% para o caráter NL. Através do uso do  $I_{MM}$  obteve-se a ordem dos híbridos com melhor desempenho, sendo o híbrido Solario (Clause), seguido do híbrido Atlantis (Topsed), com valores absolutos de soma equivalentes a 10 e 14, respectivamente, considerados os melhores híbridos dos avaliados para este tipo de sistema de cultivo.

**Palavras-chave:** *Capsicum annuum* L., Híbridos, Melhoramento de Hortaliças.

## ABSTRACT

This study aimed to estimate genetic parameters and predict the genotypic values involved in agronomic traits of commercial hybrids of pepper in the conventional tillage, in order to identify the best performing hybrids. The experiment was conducted at the Experimental Station of Luiz Jorge Gama Wanderley - IPA, located in the Greater Region Mata, in Vitória de Santo Antão - PE, from October 2010 to March 2011. Seven commercial hybrids were evaluated in the conventional tillage. The experimental design was randomized blocks with seven treatments, six replications and plots consisting of eight useful plants. There are evaluated the following agronomic variables: total weight of fruits (MTF), total number of fruits (NTF), average length of fruit (CMF), average fruit diameter (DMF), number of locules of the fruit (NL) and thickness middle pericarp (PE). Estimation of genetic parameters and prediction of genotypic values using mixed models via REML / BLUP, using the statistical model and software SELEGEN 21. We used selection index based on the sum of the ranks or index Mulamba and Mock ( $I_{MM}$ ) was used. All characters showed good accuracy. Through the values of the coefficient of relative variation (CVR), it was found that for the characters CMF; DMF, NL, PE, were greater than unity, indicating that the genetic variance for these characters overcome environmental variation. It was found that the estimates average of heritability were high for hybrid characters NTF and MTF, ranging from 0.69 to 0.80. For the other traits the measure heritability was considered very high, above 90% for CMF, DMF and EP and 89% for the NL character. By using the  $I_{MM}$  it was obtained the order of the hybrids with better performance, The Solario hybrid (Clause), followed by the Atlantis hybrid (Topsed) with absolute sum values equivalent to 10 and 14, respectively, were considered the best ones of evaluated hybrids for this type of cultivation system.

**Keywords:** *Capsicum annuum* L., Hybrids, Vegetable Improvement.

## INTRODUÇÃO

A maioria dos frutos de pimentão comercializados são consumidos verdes ou maduros. Conforme Oliveira *et al.* (2003) o consumo de frutos verdes é maior, em torno de 80% do total de frutos comercializados. Reifschneider (2000) afirma que os frutos de *Capsicum annuum* var. *annuum* são fontes importantes de antioxidantes naturais como os carotenoides e a vitamina E, além da vitamina C.

De acordo com o censo agropecuário de 2006, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o estado de Pernambuco é o oitavo em escala de produção de pimentão, produzindo 13.960 toneladas de fruto, o que equivale a 5,61% da produção nacional (IBGE, 2006). Nesse mesmo estado o pimentão é tradicionalmente cultivado nos mesoclimas de altitude, porém com uma produção insuficiente para atender ao mercado interno.

Um dos objetivos do melhoramento genético de plantas é produzir cultivares híbridas. Hallauer *et al.* (2010) afirma que cultivares híbridas são usadas para a produção comercial em culturas em que a expressão da heterose é importante. O uso comercial de híbridos é restrito a essas culturas em que a quantidade de heterose é suficiente para justificar o elevado custo de produção necessário para produzir sementes híbridas. O uso de híbridos em pimentão é vantajoso porque estes podem associar caracteres importantes presentes em duas linhagens contrastantes, além de se beneficiar dos efeitos positivos da heterose, que resultam em ganhos em produtividade, qualidade e uniformidade (GOMIDE *et al.*, 2008).

Para obtenção do máximo de benefícios na produção de híbridos de pimentão, o conhecimento da interação genótipo por ambientes é fundamental, uma vez que ela se faz presente todas as vezes em que testam-se diversas cultivares, em diferentes condições ambientais (GUALBERTO *et al.*, 2002).

A estimativa do componente de variância genética ( $V_g$ ) é feita por meio da análise de variância conjunta de ambientes. Entretanto, esta não possibilita

quantificar a magnitude da interação genótipos por ambientes (I.G.E.) associado a cada genótipo (BERNARDO, 2002). É de suma importância o reconhecimento dos componentes de variâncias envolvidos na expressão dos caracteres de importância econômica, como por exemplo, casos em que o componente da I.G.E. for maior que o genético indica que o material selecionado em um local pode ser não representativo em outro, dificultando assim a recomendação de um genótipo para vários ambientes.

A utilização dos modelos mistos, ou REML/BLUP, nas avaliações de genótipos mais promissores em programas de melhoramento genético de plantas, permite estimativas mais precisas, principalmente quando se trata de experimentos com dados desbalanceados. O BLUP, melhor predição linear não viciada, permite o uso simultâneo de várias fontes de informação, como aquelas advindas de vários experimentos instalados em um ou vários locais. O REML, máxima verossimilhança restrita ou residual, permite estimar os componentes de variância, e se torna superior ao método de análise de variância (ANOVA) em situação de dados desbalanceados. Detalhes sobre o REML/BLUP são apresentados por Resende *et al.* (1993; 1996) e Resende (2002; 2007a, 2007b).

O presente estudo teve como objetivo estimar os parâmetros genéticos e prever os valores genotípicos envolvidos em caracteres agrônômicos de híbridos comerciais de pimentão no sistema de cultivo convencional, a fim de identificar os híbridos de melhor desempenho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Luiz Jorge da Gama Wanderley - IPA, localizada na Mesorregião da Mata Pernambucana, em Vitória de Santo Antão - PE, situada na Latitude Sul (8° 8' 00") e Longitude Oeste (35° 22'00"). No período de outubro de 2010 a março de 2011.

Os seguintes híbridos comerciais foram utilizados, relacionados com nome comercial e a empresa que o comercializa: 1 Atlantis (Topsed); 2 Enterprise (Seminis); 3 Hebron (Clause); 4 Impacto (Seminis); 5 Máximos (Clause); 6 Rubia R (Sakata); 7 Solario (Clause). As sementes híbridas foram semeadas em bandejas de isopor (128 células) contendo pó de coco e substrato comercial Plantmax Hortaliças<sup>®</sup> (1:1). Após a germinação, as bandejas foram mantidas em casa de vegetação coberta com filme agrícola de 150 micras e fechada lateralmente com tela. Após 14 dias foi efetuado o desbaste. Ao atingirem de 10-15 cm de altura e com 4 a 6 folhas definitivas as mudas foram então transplantadas para o campo.

O preparo de solo constituiu de uma aração a 30 cm, seguida de gradagem de nivelamento. Foram feitos sulcos com 25 cm de largura, 15-20 centímetros de profundidade e declividade de 0,2% a 0,5%. O espaçamento adotado foi de 1,0 x 0,6m. O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão. Foram realizadas podas de condução, tutoramento com fitilho em espaldeira, além de eliminação de plantas invasoras sempre que necessário. Os tratos fitossanitários foram realizados preventivamente para evitar pragas e doenças durante todo o ciclo da cultura. Ambos obedeceram às recomendações para a cultura, conforme indicação da Embrapa (REIFSCHNEIDER, 2000).

A adubação foi realizada de acordo com análise de solo do local, sendo que a adubação de fundação aplicada foi composta de 6,6 gramas por metro linear (g/m linear) de uréia, 150 g/m linear de superfosfato simples, 21,0 g/m linear de cloreto de potássio, além de esterco de curral em dois litros por metro

linear. A adubação de manutenção consistiu 10g de uréia por planta a partir do início de produção de frutos, com intervalos de 15 dias.

Foram avaliados as seguintes variáveis agronômicas: massa total de frutos (MTF); número total de frutos (NTF); comprimento médio dos frutos (CMF); diâmetro médio dos frutos (DMF); número de lóculos do fruto (NL) e espessura média do pericarpo (EP). Foram realizadas sete colheitas, no período de janeiro a março de 2011.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com sete tratamentos (híbridos) e seis repetições. A parcela útil foi constituída por oito plantas. As avaliações foram realizadas ao nível de totais (NTF e MTF) e de médias por parcelas (CMF; DMF; NL e EP), gerando uma só observação por parcela. Houve perda de parcelas, ocorrendo assim desbalanceamento dos dados.

As análises estatísticas e a estimação dos parâmetros genéticos foram realizadas via modelos mistos do tipo REML/BLUP, empregando o software SELEGEN, Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada, conforme (RESENDE, 2007b).

Utilizou-se o modelo estatístico 21 do SELEGEN-REML/BLUP, para verificar o efeito dos híbridos em cultivo convencional, este modelo é dado por:

$$y = Xr + Zg + e$$

em que  $y$  é o vetor de dados,  $r$  é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral,  $g$  é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios),  $e$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Foi empregado o índice de seleção baseado na soma dos postos ou índice de Mulamba e Mock (1978), o qual hierarquiza os genótipos, inicialmente, para todas as características, por meio de atribuição de valores absolutos mais elevados àqueles de melhor desempenho. Por fim, os valores

atribuídos a cada característica são somados, obtendo-se a soma dos “ranks”, que assinala a classificação dos genótipos (CRUZ e CARNEIRO, 2003). Os híbridos foram classificados com valores absolutos que vão de um a sete, assim, o híbrido que obtiver melhor desempenho em uma das variáveis, ou seja, o primeiro colocado daquela variável, recebeu o valor um, o segundo dois e assim por diante. Ao final somam-se os valores das oito variáveis, obtendo o índice final, aqueles que obtiverem os menores valores de índice serão os melhores. Assim para o número total de frutos, o híbrido com nota um será o que produziu mais frutos, para massa total dos frutos o que obteve maior média de massa, para comprimento e diâmetro médio dos frutos os que obtiveram maiores médias de comprimento e diâmetro, respectivamente, e para espessura da polpa do fruto o de maior espessura. Não foi aqui considerado o caráter número de locos, uma vez que esse, mesmo obtendo valores absolutos diferentes nos híbridos, todos apresentavam três locos de média. Sendo assim, consideraram-se os híbridos com o mesmo potencial para seleção neste caráter.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as estimativas dos componentes de variância e de alguns parâmetros genéticos enunciados na Tabela 1, os valores dos coeficientes de variância residual (C<sub>Ve</sub>) apresentados para os caracteres avaliados corroboram os valores descritos na literatura para a cultura do pimentão. Marchesan (2008) obteve valores de peso médio de frutos (PMF), comprimento médio de frutos (CMF), diâmetro médio dos frutos (DMF), número de locos (NL), espessura da polpa (EP), de 15,9; 8,4; 5,6; 8,8; 7,96, respectivamente, semelhante ao encontrado por Mesquita (2008) para NTF; MTF; CMF; DMF e NL, 11,3; 7,0; 5,4; 8,5, e Mendes (2009) para NTF; MTF; CMF; NL; EP, 13,4; 11,7; 7,4; 15,10 e 15,7 respectivamente. Valores esses que representam boa precisão experimental, pois possuem para a maioria dos caracteres avaliados valores abaixo de 15%.

Resende e Duarte (2007) afirmam que os valores de C<sub>Ve</sub> são relativamente empíricos na medida em que não informam sobre a acurácia seletiva da avaliação e, conseqüentemente, não considera o nível de variação genotípica e o número de repetições, mostrando ser um parâmetro inadequado para avaliar a qualidade do experimento. A acurácia seletiva refere-se a correlação entre o valor genotípico verdadeiro do tratamento genético e aquele estimado ou predito a partir das informações dos experimentos. No contexto da avaliação genotípica, o parâmetro mais importante é a acurácia seletiva (HENDERSON, 1984).

Considerando os valores da acurácia seletiva (Tabela 1) verificou-se que estes valores foram considerados altos para os caracteres NTF e MTF, e muito altos para CMF, DMF, NL e EP, de acordo com os valores sugeridos por Resende e Duarte (2007). O que é favorável uma vez que quanto maior a acurácia na avaliação de um indivíduo, maior a confiança na seleção.

O coeficiente de variação genética (CV<sub>gi</sub>) expressa a magnitude da variação genética em relação a média do caráter. Analisando esse parâmetro (Tabela 1), constatou-se que para os caracteres NTF e MTF os valores foram

inferiores ao coeficiente de variação ambiental ( $CV_e$ ), porém a diferença entre os dois parâmetros é relativamente pequena, o que na verdade não é totalmente prejudicial em um processo de seleção para determinado caráter fortemente influenciado pelo ambiente, como é o caso. Para os caracteres CMF, DMF, NL, EP, os valores foram considerados satisfatórios, uma vez que o  $CV_{gi}$  para esses foram maiores do que os valores de  $CV_e$ . Essa condição é desejável no processo de seleção, já que, dessa forma, a variação genética supera a ambiental (CRUZ *et al.*, 2004).

Através dos valores do coeficiente de variação relativa (CVr), definido pela razão entre os coeficientes de variação genotípica e o coeficiente de variação ambiental, verificou-se que para os caracteres CMF; DMF; NL; EP, foram superiores à unidade. De acordo com Vencovsky (1987), isto indica que a variância genética para estes caracteres supera a variação ambiental, sendo tal fato uma garantia da possibilidade de sucesso na identificação de genótipos superiores.

Os parâmetros genéticos estudados revelaram que, exceto para MTF e NTF, a variância genotípica ( $V_g$ ) foi alta para todos os caracteres avaliados (Tabela 1). A estimativa de herdabilidade em nível de parcelas individuais no sentido amplo ( $h^2_g$ ) foi considerada de baixa a moderada magnitude para os caracteres NTF e MTF, variando de 0,21 a 0,40.

Considerando as estimativas de herdabilidade da média de genótipo ( $h^2_{mc}$ ), assumindo ausência de perda de parcelas, verificou-se que estas foram altas para os caracteres NTF e MTF, respectivamente, variando de 0,69 a 0,80 (Tabela 1). Para os demais caracteres avaliados a herdabilidade média foi considerada alta, acima de 90% para CMF; DMF e EP e 89% para o caráter NL. Moreira *et al.* (2009) encontrou resultados semelhantes de herdabilidade para estes mesmos caracteres em pimentão, em que para NTF; MTF; CF e DF as herdabilidades foram 91,10%; 42,73%; 89,13%; 93,55%; respectivamente. Resultados que corroboram os disponíveis na literatura (MIRANDA *et al.* 1988; MANJU e SREELATHAKUMARY, 2002; SREELATHAKUMARY e RAJAMONY, 2004; MARAME *et al.* 2008) Estes valores encontrados para herdabilidade

favorecem o processo de seleção de híbridos para cada sistema de cultivo, uma vez que as estimativas de acurácia seletiva foram também consideradas altas.

A ordem dos híbridos se deu através de seus efeitos genotípicos preditos, valores genotípicos, ganhos genéticos em gramas, nova média em gramas para os caracteres NTF; MTF, e em cm para CMF (Tabela 2). Segundo Van Vleck *et al.* (1987), os valores preditos permitem indicar com mais segurança que o germoplasma em estudo maximizará as possibilidades de progresso genético com seleção. Como os caracteres descritos na Tabela 2 apresentaram boa acurácia, os híbridos Solario e Atlantis apresentaram valores genotípicos acima da média para os caracteres NTF e MTF, sendo que para o caráter CMF os híbridos que apresentaram o efeito genotípico predito acima da média foram: Impacto, Máximos, Atlantis, Rubia R e Hebron.

Considerando os valores genotípicos e a nova média para cada híbrido (Tabela 2), para estes caracteres os híbridos Solario e Atlantis são os melhores respectivamente, quando considerados os caracteres NTF e MTF, sendo que o híbrido Hebron apresentou a pior média para NTF e a segunda pior média para MTF, caracteres do ponto de vista comercial como sendo primordiais para obtenção de lucro no cultivo da cultura. Quando o caráter observado é o comprimento médio do fruto, o híbrido com a melhor posição é o Impacto, obtendo maior média para este caráter, em contrapartida, o de menor média foi o híbrido Enterprise.

Considerando a ordenação dos híbridos apenas os caracteres DMF; NL e EP, para o caráter DMF o efeito genético positivo, ou seja, efeito genotípico acima da média foi encontrado para os híbridos Solario e enterprise, enquanto que para NL foram Solario, Impacto, Rubia R, Atlantis e Hebron e para o caráter EP, os híbridos Solario e Enterprise foram praticamente semelhantes. A espessura da polpa associada com características de massa média e comprimento do fruto é o componente de produtividade que mais tem crescido em importância na cultura do pimentão. Portanto, é um caráter altamente

desejado nos programas de seleção de pimentão e os efeitos gênicos aditivos são os que mais influenciam esse caráter (MELO, 1997).

O método de índice de seleção permite combinar as múltiplas informações dos caracteres mensurados no indivíduo/progênie, de modo que seja possível a seleção fundamentada em um único valor envolvendo todos os demais (CRUZ e CARNEIRO, 2003). Assim, através do uso do índice de Mulamba e Mock ( $I_{MM}$ ), obteve-se a ordem dos híbridos com melhor desempenho neste sistema (Tabela 4), sendo o híbrido Solario (Clause), seguido do híbrido Atlantis (Topsed), com valores de soma equivalentes a 10 e 14, respectivamente, os melhores.

Diante dos resultados apresentados, a estimativa dos parâmetros genéticos assim como os valores genotípicos preditos assegura algumas informações sobre o desempenho e o comportamento de híbridos comerciais cultivados no sistema convencional. Deste modo, o híbrido Solario (Clause) obteve o melhor desempenho, perante os demais, podendo ser recomendado neste tipo de sistema com segurança.

**Tabela 1.** Parâmetros genéticos (REML Individual), para os caracteres número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF), diâmetro médio dos frutos (DMF), número de locos (NL) e espessura do pericarpo (EP), no sistema convencional. IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011.

Parâmetros	Caracteres					
	NTF	MTF	CMF	DMF	NL	EP
<b>V<sub>g</sub></b>	146,65	2234960,62	1,68	0,29	0,02	0,0014
<b>V<sub>e</sub></b>	380,58	3171983,73	0,11	0,04	0,02	0,000631
<b>V<sub>f</sub></b>	527,24	5406944,36	1,79	0,34	0,04	0,002
<b>h<sup>2</sup><sub>g</sub></b>	0,28	0,41	0,94	0,87	0,57	0,69
<b>h<sup>2</sup><sub>mc</sub></b>	0,69	0,80	0,98	0,98	0,89	0,93
<b>acurácia</b>	0,83	0,89	0,99	0,99	0,94	0,96
<b>CVgi%</b>	7,55	9,81	14,15	8,11	4,78	8,10
<b>CVe%</b>	12,17	11,68	3,67	3,09	4,11	5,43
<b>CVr</b>	0,62	0,83	3,85	2,62	1,16	1,49
<b>Média geral</b>	160,23	15237,90	9,15	6,68	3,19	0,46

V<sub>g</sub>: variância genotípica. V<sub>e</sub>: variância residual. V<sub>f</sub>: variância fenotípica individual. h<sup>2</sup><sub>g</sub> = h<sup>2</sup>: herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo. h<sup>2</sup><sub>mc</sub>: herdabilidade da média de genótipo, assumindo ausência de perda de parcelas. Acurácia da seleção de genótipos, assumindo ausência de perda de parcelas. CVgi%: coeficiente de variação genotípica. CVe%: coeficiente de variação residual. CVr: coeficiente de variação relativa.

**Tabela 2.** Ordem dos híbridos (H.), selecionados para os caracteres número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF), no sistema convencional. IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011.

Caracteres		NTF				MTF				CMF					
Ordem	H.	g	u+g	Ganho	Nova Média	H.	g	u+g	Ganho	Nova Média	H.	g	u+g	Ganho	Nova Média
1º	7	170,099	1773,092	170,099	1773,092	7	2692,66	17930,56	2692,66	17930,56	4	1,23	10,38	1,23	10,39
2º	1	96,301	1699,293	133,200	1736,192	1	771,26	16009,16	1731,96	16969,86	5	1,01	10,17	1,12	10,28
3º	5	-0,0925	1602,067	88,491	1691,484	4	-337,95	14899,94	1041,98	16279,89	1	0,86	10,01	1,03	10,19
4º	6	-35,828	1567,164	57,411	1660,404	2	-484,07	14753,88	660,47	15898,37	6	0,24	9,4	0,84	9,99
5º	2	-48,626	1554,366	36,204	1639,196	5	-543,89	14694	419,59	15657,5	3	0,24	9,39	0,72	9,87
6º	4	-54,443	1548,549	21,096	1624,089	3	-839,73	14398,16	209,71	15447,61	7	-1,6	7,53	0,33	9,48
7º	3	-126,57	1476,416	0	1602,992	6	-1258,2	13979,64	0	15237,9	2	-1,9	7,17	0	9,15

g: efeito genotípico predito; u + g: média genotípica ou valores genotípicos.

**Tabela 3.** Ordem dos híbridos (H.) selecionados para os caracteres diâmetro médio dos frutos (DMF), número de locos (NL) e espessura do pericarpo (EP), no sistema convencional. IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011.

Caracteres		DMF				NL					EP				
Ordem	H.	g	u+g	Ganho	Nova Média	H.	g	u+g	Ganho	Nova Média	H.	G	u+g	Ganho	Nova Média
1º	7	0,81	7,49	0,81	7,49	7	0,14	3,34	0,14	3,33	7	0,0737	0,5362	0,0737	0,5362
2º	2	0,64	7,32	0,72	7,4	4	0,13	3,33	0,13	3,33	2	0,0225	0,485	0,0481	0,5106
3º	1	-0,05	6,63	0,46	7,15	6	0,1	3,3	0,12	3,32	6	-0,0162	0,4462	0,0267	0,4891
4º	3	-0,05	6,63	0,33	7,01	1	0,01	3,21	0,09	3,29	1	-0,0173	0,4452	0,0157	0,4781
5º	6	-0,28	6,39	0,21	6,89	3	0	3,19	0,07	3,27	4	-0,0193	0,4431	0,0087	0,4711
6º	5	-0,43	6,26	0,1	6,78	5	-0,19	3,01	0,03	3,23	5	-0,0193	0,4431	0,004	0,4665
7º	4	-0,63	6,06	0	6,68	2	-0,19	2,99	0	3,19	3	-0,024	0,4385	0	0,4625

g: efeito genotípico predito; u + g: média genotípica ou valores genotípicos.

**Tabela 4.** Valores do índice com base na soma de postos ( $I_{MM}$ ) para os caracteres: número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF), diâmetro médio dos frutos (DMF) e espessura do pericarpo (EP), no sistema convencional. IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011.

Híbridos	Caracteres					Soma
	NTF	MTF	CMF	DMF	EP	
<b>Atlantis</b>	2	2	3	3	4	14
<b>Enterprise</b>	5	4	7	2	2	20
<b>Hebron</b>	7	6	5	4	7	29
<b>Impacto</b>	6	3	1	7	5	22
<b>Máximos</b>	3	5	2	6	6	22
<b>Rubia R</b>	4	7	4	5	3	23
<b>Solario</b>	1	1	6	1	1	10

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in plants**. Stemma Press: Woodbury Minesota, p. 369, 2002.

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

CRUZ, C. D. *et al.* **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas**. 3. ed. Viçosa: UFV, p. 480, 2004.

GOMIDE, M. L.; MALUF, W. R.; GOMES, L. A. A. Capacidade de combinação de linhagens elite de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n.3, p. 740-748, 2008.

GUALBERTO, R. *et al.* Produtividade, adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de tomateiro sob diferentes condições de ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.1, p. 81-88, 2002.

HALLAUER, A. R.; ARENA, M. J.; MIRANDA J. B. F. Heterosis, p. 477-529. In: **Quantitative Genetics in Maize Breeding**. v.6, 2010.

HENDERSON, C. R. **Applications of linear models in animal breeding**. Guelph: University of Guelph, p. 462, 1984.

IBGE. Censo agropecuário de 2006/2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/agropecuario.pdf>. Acessado 04 de outubro de 2011.

MANJU. R. R.; SREELATHAKUMARY, I. Genetic variability, heritability and genetic advances in hot chilli (*Capsicum chinense* JACQ.). **Journal of Tropical Agriculture**, Kerala, p. 40-46, 2002.

MARAME, F.; *et al.* Genetic components and heritability of yield and yield related traits in hot pepper. **Journal of Agricultural and Biological Science**, {s.l}, p. 803-809, 2008.

MARCHESAN C. B. Análise genética de um cruzamento dialélico parcial em pimentão visando caracteres agronômicos e resistência ao oídio. 2008. 60 f.

Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) – Pós-Graduação – IAC. Campinas, 2008.

MELO, A. M. T. Análise genética de caracteres de fruto em híbridos de pimentão. 1997. 112 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1997.

MESQUITA, J. C. P. Determinação da heterose e da capacidade geral e específica de combinação para dez características agronômicas em pimentão (*Capsicum annuum* L.). 2008. 59 f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

MENDES, A. Q. Divergência genética e capacidade de combinação em linhagens de pimentão (*Capsicum annuum* L.). 2009. 46 f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

MIRANDA, J. E. C. de; COSTA, C. P. da; MALUF, W. R. Análise dialélica em pimentão. II. Componentes genéticos da variância. Capacidade combinatória. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 11, p. 441-456, 1988.

MOREIRA, S. O. *et al.* Desempenho agronômico de linhas endogâmicas recombinadas de pimenta em dois sistemas de cultivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1387-1393, 2009.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, Alexandria, v.7, p.40-51, 1978.

OLIVEIRA R. M. B. *et al.* Manejo da irrigação e da adubação nitrogenada sobre a qualidade dos frutos de pimentão em condições controladas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, p. 376-377, 2003.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Capsicum. Pimentas e pimentões no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças, p. 113, 2000.

RESENDE M. D. V. de; HIGA A. R.; LAVORANTI O. J. Predição de valores genéticos no melhoramento de *Eucalyptus*: melhor predição linear. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO,1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7.; 1993, Curitiba. Floresta para o Desenvolvimento: Política, Ambiente, Tecnologia e Mercado: **anais**. São Paulo: SBS; [S.1.]: SBEF, V. 1, p. 144-147, 1993.

RESENDE, M. D. V. de; *et al.* Estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML) e melhor predição linear não viciada (BLUP) em *Pinus*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 32/33, p. 23-42, 1996.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica: Colombo: Embrapa Florestas, p. 975, 2002.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, V.37, p. 182-194, 2007.

RESENDE, M. D. V. de. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. p. 561, 2007a.

RESENDE, M. D. V. de. **SELEGEN-REML/BLUP: Sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos**. Colombo: Embrapa Florestas, p. 359, 2007b.

SREELATHAKUMARY, I.; RAJAMONY, L. Variability, heritability and genetic advance in chilli (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Tropical Agriculture**, Kerala, p. 35-37, 2004.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (Ed.). Melhoramento e produção de milho. 2. Ed. Campinas; Fundação Cargill, Cap. 5, p. 137-214. 1987.

VAN VLECK, L.D.; POLLAK, E.J.; OLTENACU, E.A.B. **Genetics for the animal sciences**. New York, p. 391, 1987.

### **CAPÍTULO III**

---

## **SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE PIMENTÃO EM SISTEMA ORGÂNICO PELO PROCEDIMENTO REML/BLUP**

## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo estimar os parâmetros genéticos e prever os valores genotípicos envolvidos em caracteres agrônômicos de híbridos comerciais de pimentão (*Capsicum annuum* L.) no sistema de cultivo orgânico, a fim de identificar os híbridos de melhor desempenho. O experimento foi conduzido na Estação Experimental Luiz Jorge da Gama Wanderley - IPA, localizada na Mesorregião da Mata Pernambucana, em Vitória de Santo Antão – PE, no período de outubro de 2010 a março de 2011. Foram avaliados sete híbridos comerciais em sistema de cultivo orgânico. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com sete tratamentos, seis repetições, e parcela útil constituída por oito plantas. Avaliaram-se as seguintes variáveis agrônômicas: massa total de frutos (MTF); número total de frutos (NTF); comprimento médio dos frutos (CMF); diâmetro médio dos frutos (DMF); número de lóculos do fruto (NL) e espessura média do pericarpo (EP). Estimaram-se parâmetros genéticos e previsão dos valores genotípicos utilizando a metodologia dos modelos mistos via procedimento REML/BLUP, empregando o software SELEGEN e o modelo estatístico 21. Foi empregado o índice de seleção baseado na soma dos postos ou índice de Mulamba e Mock ( $I_{MM}$ ). Todos os caracteres apresentaram boa acurácia. Considerando as estimativas de herdabilidade da média de genótipo ( $h^2_{mc}$ ), verificou-se que estas foram altas para os caracteres MTF e NTF respectivamente, variando de 0.61 a 0.70. Para os demais caracteres avaliados a  $h^2_{mc}$  foi considerada alta, acima de 90% para CMF; DMF e EP e 89% para o caráter NL. Os híbridos 1, 5, 7 e 6 apresentaram valores genotípicos acima da média para os caracteres NTF. Já para MTF, foram os híbridos 7, 1, 5 e 2, com produção acima da média neste sistema. Através do uso  $I_{MM}$  obteve-se a ordem dos híbridos com melhor desempenho neste sistema, sendo o híbrido Atlantis (Topsed) e Solario (Clause), apresentando os mesmos valores de soma, considerados os melhores.

**Palavras-chave:** *Capsicum annuum* L., Parâmetros Genéticos, Modelos Mistos.

**ABSTRACT**

This study aimed to estimate genetic parameters and predict the genotypic values involved in agronomic traits of commercial hybrids (*Capsicum annuum* L.) in organic farming system, in order to identify the best performing hybrids. The experiment was conducted at the Experimental Station Luiz Jorge Gama Wanderley - IPA, located in the Greater Region Mata, in Vitoria de Santo Antão - PE, from October 2010 to March 2011. Seven commercial hybrids were evaluated in the organic tillage. The experimental design was randomized blocks with seven treatments, six replications and plots consisting of eight useful plants. The following agronomic variables were evaluated: total weight of fruits (MTF), total number of fruits (NTF), average length of fruit (CMF), average fruit diameter (MFD), number of locules of the fruit (NL) and thickness middle pericarp (PE). Estimation of genetic parameters and prediction of genotypic values using mixed models via REML / BLUP, using the statistical model and software SELEGEN 21. Selection index based on the sum of the ranks or index Mulamba and Mock ( $I_{MM}$ ) was used. All characters showed good accuracy. Considering the estimates of heritability of the average genotype ( $h^2_{mc}$ ), the values found were high for the characters TFP and NF, ranging from 0.61 to 0.70 respectively. For the other characters evaluated  $h^2_{mc}$  was considered high, above 90% for CMF, DMF and EP and 89% for the NL character. Hybrids 1, 5, 7 and 6 presented genotypic values above the average for the characters NTF. For TFP, the hybrids 7, 1, 5 and 2, were above average production in this system. By using  $I_{MM}$  it was obtained the order of the hybrids with best performance in this system. The Atlantis hybrid (Topsed) and Solario (Clause), with the same sum, values were considered the best ones.

**Keywords:** *Capsicum annuum* L., Genetic Parameters, Mixed models.

## INTRODUÇÃO

De acordo com o censo agropecuário de 2006, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 44,91% da produção nacional de pimentão (*C. annuum* var. *annuum*) é produzida por São Paulo, Minas Gerais e Ceará.

Atualmente, híbridos de pimentão têm predominado no cultivo protegido e possuem presença significativa em campo aberto. A busca por parte dos agricultores por híbridos está associada a vários motivos, porém, a valorização de preço aos pimentões coloridos que em sua grande maioria são híbridos, é mais evidente, além da associação desses com resistência genética às principais pragas e doenças que acometem o pimentão. As cores encontradas em pimentões variam de marfim a púrpura, passando pelo creme, amarelo e laranja, além das cores tradicionais, verde e vermelho (REIFSCHNEIDER, 2000). Para os consumidores, os atributos de destaque no pimentão estão relacionados ao aspecto visual do fruto, já que eles selecionam os pimentões que não estejam manchados, sem estrias, lisos, com coloração uniforme e brilhante. Essas características são enfatizadas tanto pelos consumidores quanto pela norma de classificação do pimentão (ONOHAMA *et al.*, 2010).

Nos últimos anos, tem sido notada a crescente valorização do consumo de produtos naturais ou orgânicos em todo o mundo. Segundo Negretti *et al.* (2010), no sistema orgânico de produção a preocupação especial é dada a nutrição da planta, pois plantas bem nutridas estão menos suscetíveis à pragas e doenças. No Brasil, a venda interna de produtos orgânicos em 2010 foi de R\$ 350 milhões, valor este superior em 40% ao registrado em 2009. No cultivo orgânico, poucos híbridos de pimentão são avaliados ou recomendados para este tipo de sistema, e estudos que tendem a obter este tipo de informação são importantes no âmbito de cultivo de pimentão orgânico.

Estimativas de parâmetros genéticos possibilitam, dentre várias vantagens, o conhecimento da composição genética de um genótipo ou uma população, o que torna essencial para a seleção de genótipos que se destacam

como os melhores a determinados ambientes. Hallauer *et al.* (2010) enfatizaram que essas estimativas em populações de base ampla fornecem informações ao melhorista de sua estrutura genética, conseqüentemente ele pode selecionar metodologias de melhoramento que são adequadas para cada população com base nas informações obtidas. O mesmo autor afirma que experimentos adequadamente projetados e repetidos em certos ambientes permitirá estimar a variabilidade devido aos efeitos ambientais e determinar a sua relação, o que é de suma importância para recomendação de genótipos avaliados nestes ambientes.

O objetivo deste trabalho foi estimar os parâmetros genéticos e prever os valores genotípicos envolvidos em caracteres agrônômicos de híbridos comerciais de pimentão no sistema de cultivo orgânico, a fim de identificar os híbridos de melhor desempenho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Luiz Jorge da Gama Wanderley - IPA, localizada na Mesorregião da Mata Pernambucana, em Vitória de Santo Antão - PE, situada na Latitude Sul (8° 8' 00") e Longitude Oeste (35° 22'00") no período de outubro de 2010 a março de 2011.

Os seguintes híbridos comerciais foram utilizados, relacionados com nome comercial e a empresa que o comercializa: 1 Atlantis (Topsed); 2 Enterprise (Seminis); 3 Hebron (Clause); 4 Impacto (Seminis); 5 Máximos (Clause); 6 Rubia R (Sakata); 7 Solario (Clause). As sementes híbridas foram semeadas em bandejas de isopor (128 células) contendo pó de coco e substrato comercial Plantmax Hortaliças<sup>®</sup> (1:1). Após a germinação, as bandejas foram mantidas em casa de vegetação coberta com filme agrícola de 150 micras e fechada lateralmente com tela. Após 14 dias foi efetuado o desbaste. Ao atingirem de 10-15 cm de altura e com 4 a 6 folhas definitivas as mudas foram então transplantadas para o campo.

O preparo de solo constitui de uma aração a 30 cm, seguida de gradagem de nivelamento. Foram feitos sulcos com 25 cm de largura, 15-20 centímetros de profundidade e declividade de 0,2% a 0,5%. O espaçamento adotado foi de 1,0 x 0,6m. O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão. Foram realizadas podas de condução, tutoramento com fitilho em espaldeira, além de eliminação de plantas invasoras sempre que necessário. Os tratos fitossanitários foram realizados preventivamente para evitar pragas e doenças durante todo o ciclo da cultura. Ambos obedeceram às recomendações para a cultura em sistema orgânico de cultivo, conforme Souza (2006).

Com base em uma análise de solo do local, formulou-se a adubação de fundação, aplicando-se por metro linear: 60 g de torta de mamona, 142 g de fosfato natural, 162 g de sulfato de potássio e 2 L de esterco de curral. Para adubação de cobertura foi aplicado esterco de curral e torta de mamona, no intervalo de 15 dias a partir do transplântio até a última colheita.

Foram avaliados as seguintes variáveis agronômicas: massa total de frutos (MTF); número total de frutos (NTF); comprimento médio dos frutos (CMF); diâmetro médio dos frutos (DMF); número de lóculos do fruto (NL) e espessura média do pericarpo (EP). Foram realizadas sete colheitas, no período de janeiro a março de 2011.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com sete tratamentos (híbridos) e seis repetições. A parcela útil foi constituída por oito plantas. As avaliações foram realizadas ao nível de totais (NTF e MTF) e de médias por parcelas (CMF; DMF; NL e EP), gerando uma só observação por parcela. Houve perda de parcelas, ocorrendo assim desbalanceamento dos dados.

As análises estatísticas e a estimação dos parâmetros genéticos foram realizadas via modelos mistos do tipo REML/BLUP, empregando o software SELEGEN, Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada, conforme (RESENDE, 2007). O SELEGEN-REML/BLUP foi delineado para maximizar a eficiência global do melhoramento utilizando procedimentos estatísticos de eficiência máxima: procedimentos ótimos de estimação de componentes de variância e de predição de valores genéticos.

Utilizou-se o modelo estatístico 21 do SELEGEN-REML/BLUP, para verificar o efeito dos híbridos no sistema de cultivo orgânico, este modelo é dado por:

$$y = Xr + Zg + e$$

em que  $y$  é o vetor de dados,  $r$  é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral,  $g$  é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios),  $e$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Foi empregado o índice de seleção baseado na soma dos postos ou índice de Mulamba e Mock (1978), o qual hierarquiza os genótipos,

inicialmente, para todas as características, por meio de atribuição de valores absolutos mais elevados àqueles de melhor desempenho. Por fim, os valores atribuídos a cada característica são somados, obtendo-se a soma dos “ranks”, que assinala a classificação dos genótipos (CRUZ e CARNEIRO, 2003). Os híbridos foram classificados com valores absolutos que vão de um a sete, assim, o híbrido que obtiver melhor desempenho em uma das variáveis, ou seja, o primeiro colocado daquela variável, recebeu o valor um, o segundo dois e assim por diante. Ao final somam-se os valores das oito variáveis, obtendo o índice final, aqueles que obtiverem os menores valores de índice serão os melhores. Assim para o número total de frutos, o híbrido com nota um será o que produziu mais frutos, para massa total dos frutos o que obteve maior média de massa, para comprimento e diâmetro médio dos frutos os que obtiveram maiores médias de comprimento e diâmetro, respectivamente, e para espessura da polpa do fruto o de maior espessura. Não foi aqui considerado o caráter número de locos, uma vez que esse, mesmo obtendo valores absolutos diferentes nos híbridos, todos apresentavam três locos de média. Sendo assim, consideraram-se os híbridos com o mesmo potencial para seleção neste caráter.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

De acordo com os valores descritos na Tabela 1, os valores dos coeficientes de variância residual (CVe) apresentados para as características avaliadas corroboram com os valores descritos na literatura para a cultura do pimentão. Queiroga *et al.* (2002), trabalhando com diferentes materiais como cobertura morta do solo no cultivo de pimentão, encontraram valores para NTF; MTF; CMF e DMF de 21,43; 7,6; 8,61 e 3,13 respectivamente. Também com cultivo orgânico, Cesar *et al.* (2007) obteve valores de 6,91; 10,63; 2,97 e 2,27 para NTF; PMF; CMF e DMF, respectivamente. Valores esses que apresentam boa precisão experimental, pois possuem para a maioria dos caracteres avaliados valores abaixo de 15%. Moreira *et al.* (2010) trabalhando com pimentão em sistema orgânico e protegido encontraram valores para NTF e MTF iguais a 20,48 e 23,09, respectivamente, considerados relativamente altos porem aceitáveis, uma vez que para estes caracteres os fatores ambientais são mais influentes.

A precisão experimental pôde ser estimada pelo CVe, que é uma medida do erro em relação à média. Pimentel Gomes (1990) afirma que em experimento de campo, quando a estimativa do CVe é inferior a 10%, diz-se que o experimento tem alta precisão; de 10 a 20%, boa precisão; de 20 a 30%, a estimativa é considerada alta e a precisão baixa. Questionamentos contrários a essa classificação de CVe são frequentes, pois ela não considera a espécie envolvida ou o caráter avaliado.

No contexto da avaliação genotípica, o parâmetro estatístico mais importante é a acurácia seletiva. Esse parâmetro refere-se à correlação entre o valor genotípico verdadeiro do material genético e aquele estimado ou predito a partir das informações dos experimentos de campo. Considerando os valores da acurácia seletiva (Tabela 1) verificou-se que estes valores foram considerados altos para os caracteres NTF e MTF, e muito altos para CMF, DMF, NL e EP, de acordo com os valores sugeridos por Resende e Duarte (2007).

O coeficiente de variação genética ( $CV_{gi}$ ) expressa a magnitude da variação genética em relação a média do caráter. Estimativas do  $CV_{gi}$  apresentadas na Tabela 1, demonstram que para os caracteres NTF e MTF os valores foram inferiores ao coeficiente de variação ambiental ( $CV_e$ ), o que não é favorável. Para os caracteres CMF, DMF, NL, EP, os valores são considerados bons, uma vez que o  $CV_{gi}$  para esses são maiores do que os valores de  $CV_e$ . Essa condição é desejável no processo de seleção, uma vez que, dessa forma, a variação genética supera a ambiental (CRUZ *et al.*, 2004).

Através dos valores do coeficiente de variação relativa (CVR), definido pela razão entre os coeficientes de variação genotípica e o coeficiente de variação ambiental (Tabela 1), verificou-se para os caracteres CMF; DMF; NL; EP, que os valores foram superiores a unidade. De acordo com Vencovsky (1987), isto indica que a variância genética para estes caracteres supera a variação ambiental, sendo tal fato uma garantia da possibilidade de sucesso na identificação de genótipos superiores. Já para os caracteres NTF e MTF apresentaram a relação CVr abaixo da unidade. Moreira *et al.* (2010) avaliando estes mesmos caracteres encontraram uma CVr acima da unidade apenas para NTF.

Os parâmetros genéticos averiguados revelaram que, exceto para MTF e NTF, a variância genotípica ( $V_g$ ) foi alta para todas as características estudadas (Tabela 1). A estimação de valor genotípico está no cerne de qualquer esforço do melhoramento (PIEPHO *et al.*, 2007). A estimativa de herdabilidade em nível de parcelas individuais no sentido amplo ( $h^2_g$ ) foi considerada de baixa magnitude para os caracteres NTF e MTF, variando 0,20 a 0,28, respectivamente. Em geral, herdabilidade de baixas magnitudes são comuns para os caracteres quantitativos e, via de regra, conduzem a moderadas a altas magnitudes de herdabilidade em nível de média de progênies (RESENDE, 2002).

A herdabilidade ( $h^2$ ) pode ser definida como a proporção da variância genética presente na variância fenotípica total, sendo um dos parâmetros genéticos mais úteis para o trabalho dos melhoristas. Ela é uma medida da

importância relativa da hereditariedade de qualquer caráter (NYQUIST, 1991). Considerando as estimativas de herdabilidade da média de genótipo ( $h^2_{mc}$ ), assumindo ausência de perda de parcelas (Tabela 1), verificou-se que estas foram altas para os caracteres MTF e NF, respectivamente, variando de 0.61 a 0.70. Para os demais caracteres avaliados a herdabilidade média foi considerada alta, acima de 90% para CMF; DMF e EP e 89% para o caráter NL. Esses resultados favorecem o processo de seleção de híbridos para este sistema de cultivo, uma vez que as estimativas de acurácia seletiva foram também consideradas altas. Analisando os mesmos caracteres na literatura, há trabalhos com resultados semelhantes quanto ao valor de herdabilidade média (MIRANDA *et al.* 1988; MANJU e SREELATHAKUMARY, 2002; SREELATHAKUMARY e RAJAMONY, 2004; MARAME *et al.* 2008).

As ordenações dos híbridos comerciais quanto aos seus caracteres avaliados estão descrito nas tabelas 2 e 3, esta ordem se deu através de seus efeitos genotípicos preditos, valores genotípicos, ganhos genéticos em gramas, nova média em gramas para os caracteres NTF; MTF, da mesma forma em cm CMF e DMF, em mm para EP e números inteiros para NL. De acordo com Borges *et al.* (2010), valores genotípicos devem ser os preferíveis pelos pesquisadores de melhoramento, pois são estes os verdadeiros valores a serem preditos. Valores de nova média são as predições feitas pelo BLUP para os cultivos comerciais, ou seja, nos cultivos comerciais os híbridos deverão produzir, em média, tais valores. Pela metodologia REML/BLUP o que realmente se estima e, ou se prediz são estes valores.

Como os caracteres descritos na Tabela 2 apresentaram boa acurácia, os híbridos Atlantis, Máximos, Solario e Rubia R apresentaram valores genotípicos acima da média para os caracteres NTF. Já para MTF, foram os híbridos Solario, Atlantis, Máximos e Enterprise, com produção acima da média neste sistema. Considerando o caráter CMF os híbridos Atlantis, Impacto, Máximos, Rubia R e Hebron, apresentaram valores genotípicos acima da média.

Considerando as novas médias obtidas descritas na Tabela 2, o híbrido de melhor desempenho foi o Atlantis, obtendo maior média para NTF e CMF, e em segundo para MTF. Este último caráter, o híbrido Solario foi o de melhor média. É importante ressaltar que a massa total do fruto pode ser alterada de acordo com o número de frutos por planta, de modo que, o desbaste de frutos é prática comum. De acordo com Melo (1997), essa alteração se deve ao fato da ramificação do pimentão ser dicotômica, assim, a produção de frutos ocorre em camadas. Essa característica reprodutiva torna o pimentão uma hortaliça de colheitas múltiplas, por essa razão, a concentração de frutos numa camada interfere na produção subsequente, sendo comum o aborto de frutos nesses internódios. Práticas culturais como poda, desbaste de frutos e otimização da fertirrigação, contribuem para aumentar o peso do fruto, dentro do limite varietal.

Na Tabela 3, a ordenação dos híbridos considera apenas os caracteres DMF; NL e EP. Para o caráter DMF o efeito genético positivo, ou seja, efeito genotípico acima da média foi encontrado para os híbridos Solario, Enterprise e Hebron, enquanto que para NL foram Solario, Impacto, Rubia R e Atlantis e para EP os híbridos Solario, Enterprise e Máximos.

Quando os caracteres observados para ordenação dos híbridos foram DF; NL; EP, e considerando a nova média adquirida (Tabela 3), o híbrido Rubia R aparece com média maior para DF e EP. Para NL o híbrido Solario obteve o melhor rendimento médio. O caráter NL é importante, pois possui correlação positiva com a massa total do fruto. Tavares *et al.* (1999) sugeriram, através da análise de correlação, que a massa total de frutos será maior em plantas que produzam frutos com menor largura e maior número de lóculos.

O método de índice de seleção permite combinar as múltiplas informações dos caracteres mensurados no indivíduo/progênie, de modo que seja possível a seleção fundamentada em um único valor envolvendo todos os demais (CRUZ e CARNEIRO, 2003). Assim, através do uso do índice de Mulamba e Mock ( $I_{MM}$ ) obteve-se a ordem dos híbridos com melhor

desempenho neste sistema (Tabela 4), sendo o híbrido Atlantis e Solario, apresentando os mesmos valores de soma, considerados os melhores.

O procedimento REML/BLUP apresentou-se eficiente na classificação e no ordenamento dos genótipos. Por essa metodologia, o híbrido Solario (Clause), assim como o híbrido Atlantis (Topsed), foram os melhores classificados, sendo, para efeito de seleção, os mais indicados.

**Tabela 1.** Parâmetros genéticos (REML Individual), para os caracteres número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF), diâmetro médio dos frutos (DMF), número de locos (NL) e espessura do pericarpo (EP), no sistema orgânico. IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011.

Parâmetros	Caracteres					
	NTF	MTF	CMF	DMF	NL	EP
<b>V<sub>g</sub></b>	170,77	2016714,34	1,82	0,39	0,017	0,002
<b>V<sub>e</sub></b>	421,49	7603457,52	0,14	0,13	0,011	0,0004
<b>V<sub>f</sub></b>	592,273	9620171,86	1,97	0,53	0,028	0,0028
<b>h<sup>2</sup><sub>g</sub></b>	0,28	0,20	0,92	0,76	0,59	0,83
<b>h<sup>2</sup><sub>m</sub></b>	0,70	0,61	0,98	0,95	0,89	0,97
<b>acurácia</b>	0,84	0,78	0,99	0,97	0,94	0,98
<b>CV<sub>gi</sub>%</b>	8,04	8,01	14,23	9,27	4,16	10,32
<b>CV<sub>e</sub>%</b>	12,63	15,57	4,05	5,26	3,42	4,66
<b>CV<sub>r</sub></b>	0,63	0,51	3,51	1,76	1,21	2,21
<b>Média geral</b>	162,49	17709,79	9,49	6,77	3,13	0,47

V<sub>g</sub>: variância genotípica. V<sub>e</sub>: variância residual. V<sub>f</sub>: variância fenotípica individual. h<sup>2</sup><sub>g</sub> = h<sup>2</sup>: herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo. h<sup>2</sup><sub>mc</sub>: herdabilidade da média de genótipo, assumindo ausência de perda de parcelas. Acurácia da seleção de genótipos assumindo ausência de perda de parcelas. CV<sub>gi</sub> %: coeficiente de variação genotípica. CV<sub>e</sub> %: coeficiente de variação residual. CV<sub>r</sub>: coeficiente de variação relativa.

**Tabela 2.** Ordem dos híbridos selecionados para os caracteres número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF), no sistema Orgânico. IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011.

Caracteres		NTF					MTF					CMF				
Ordem	H.	g	u+g	Ganho	Nova Média	H.	g	u+g	Ganho	Nova Média	H.	g	u+g	Ganho	Nova Média	
1º	1	15,207	177,701	15,207	177,701	7	1753,96	19463,75	1753,96	19463,8	1	1,016	10,507	1,016	10,507	
2º	5	7,207	169,701	11,207	173,701	1	806,61	18516,41	1280,28	18990,1	4	1,003	10,494	1,010	10,501	
3º	7	3,901	166,395	8,772	171,265	5	398,88	18108,67	986,48	18696,3	5	0,974	10,465	0,998	10,489	
4º	6	3,074	165,568	7,347	169,841	2	186,55	17896,35	786,5	18496,3	6	0,459	9,950	0,863	10,354	
5º	2	-1,767	160,726	5,524	168,018	6	-854,09	16855,69	458,38	18168,2	3	0,362	9,853	0,763	10,254	
6º	4	-10,151	152,342	2,912	165,406	3	-964,93	16744,86	221,16	17931	7	-1,607	7,883	0,368	9,859	
7º	3	-17,472	145,021	0	162,493	4	-1326,98	16382,81	0	17709,8	2	-2,209	7,281	0	9,490	

g: efeito genotípico predito; u + g: média genotípica ou valores genotípicos.

**Tabela 3.** Ordem dos híbridos selecionados para os caracteres diâmetro médio dos frutos (DMF), número de locos (NL) e espessura do pericarpo (EP), no sistema no sistema Orgânico. IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011.

Caracteres		DMF					NL					EP				
Ordem	H.	g	u+g	Ganho	Nova Média	H.	g	u+g	Ganho	Nova Média	H.	G	u+g	Ganho	Nova Média	
1º	7	0,96	7,74	0,96	7,74	7	0,1346	3,2665	0,1346	3,2665	7	0,0873	0,5604	0,0873	0,5604	
2º	2	0,71	7,49	0,83	7,61	4	0,1151	3,2470	0,1248	3,2567	2	0,0454	0,5185	0,0663	0,5394	
3º	3	0,00	6,78	0,55	7,33	6	0,0956	3,2275	0,1151	3,2470	5	0,0078	0,4653	0,0416	0,5147	
4º	1	-0,22	6,55	0,36	7,14	1	0,0297	3,1616	0,0937	3,2256	1	-0,0242	0,4489	0,0252	0,4982	
5º	6	-0,29	6,48	0,23	7,01	2	-0,0975	3,0344	0,0555	3,1874	4	-0,0271	0,4459	0,0147	0,4878	
6º	5	-0,51	6,26	0,10	6,88	5	-0,1065	3,0254	0,0285	3,1604	6	-0,0320	0,4411	0,0069	0,4800	
7º	4	-0,64	6,13	0	6,77	3	-0,1709	2,9610	0	3,1319	3	-0,0416	0,4314	0	0,4731	

g: efeito genotípico predito; u + g: média genotípica ou valores genotípicos.

**Tabela 4.** Valores do índice com base na soma de postos ( $I_{MM}$ ) para os caracteres: número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF), diâmetro médio dos frutos (DMF) e espessura do pericarpo (EP), no sistema orgânico. IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011.

Híbridos	Caracteres					Soma
	NTF	MTF	CMF	DMF	EP	
<b>Atlantis</b>	1	2	1	4	4	12
<b>Enterprise</b>	5	4	7	2	2	20
<b>Hebron</b>	7	6	5	3	7	28
<b>Impacto</b>	6	7	2	7	5	27
<b>Máximos</b>	2	3	3	6	3	17
<b>Rubia R</b>	4	5	4	5	6	24
<b>Solario</b>	3	1	6	1	1	12

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, V. *et al.* Seleção de clones de batata-doce pelo procedimento REML/BLUP. **Acta Scientiarum Agronomy**. (Online), Maringá, v. 32, n. 4, p. 643-649, 2010.

CESAR, M. N. Z. *et al.* Desempenho do pimentão em cultivo orgânico, submetido ao desbaste e consórcio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, p. 322-326. 2007.

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

CRUZ, C. D. *et al.* **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas**. 3.ed. Viçosa: UFV, p . 480, 2004.

HALLAUER, A. R.; ARENA, M. J.; MIRANDA J. B. F. Heterosis, p. 477-529. In: **Quantitative Genetics in Maize Breeding**. vol. 6, 2010.

IBGE. Censo agropecuário de 2006/2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/agropecuario.pdf>. Acessado 04 de outubro de 2011.

MANJU, R. R.; SREELATHAKUMARY, I. Genetic variability, heritability and genetic advances in hot chilli (*Capsicum chinense* JACQ.). **Journal of Tropical Agriculture**, Kerala, p. 40-46, 2002.

MARAME, F.; *et al.* Genetic components and heritability of yield and yield related traits in hot pepper. **Journal of Agricultural and Biological Science**, {s.l}, p. 803-809, 2008.

MELO, A. M. T. Análise genética de caracteres de fruto em híbridos de pimentão. 1997. 112 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1997.

MIRANDA, J. E. C. de; COSTA, C. P. da; MALUF, W. R. Análise dialéctica em pimentão. II. Componentes genéticos da variância. Capacidade combinatória. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 11, p. 441-456, 1988.

MOREIRA S. O. *et al.* Desempenho agronômico de linhas endogâmicas ecombinadas de *Capsicum annuum* L. em sistema orgânico sob cultivo protegido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 886-891, 2010.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Citology**, Alexandria, v.7, p.40-51, 1978.

NEGRETTI, R. R. D., *et al.* Avaliação da adubação orgânica em pimentão *Capsicum annuum* cultivado em sistema orgânico de produção sob ambiente protegido. **Revista da FZVA**, Rio Grande do Sul, v.17, n.1, p. 27-37, 2010.

NYQUIST, W. E. Estimation of heritability and prediction of selection response in plant populations. **Critical Reviews in Plant Science**, {s.l.}, v.10, p.235-322, 1991.

ONROYAMA, S. S.; *et al.* Atributos de hortaliças sob a ótica de consumidores: estudo de caso do pimentão no Distrito Federal **Horticultura Brasileira**, Brasília, [online]. v. 28, n.1, p. 124-132, 2010.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 12. ed. São Paulo: Nobel, p. 467, 1990.

PIEPHO, H. P. *et al.* BLUP for phenotypic selection in plant breeding and variety test. **Euphytica**, Wageningen, v. 161, n. 1-2, p. 209-228, 2007.

QUEIROGA, R. C. F. *et al.* Utilização de diferentes materiais como cobertura morta do solo no cultivo de pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 416-418, 2002.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Capsicum. Pimentas e pimentões no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças, p. 113, 2000.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, p. 975, 2002.

RESENDE, M. D. V. de. **SELEGEN-REML/BLUP: Sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos**. Colombo: Embrapa Florestas, p. 359, 2007.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.37, p. 182-194, 2007.

SREELATHAKUMARY, I.; RAJAMONY, L. Variability, heritability and genetic advance in chilli (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Tropical Agriculture**, Kerala, p. 35-37, 2004.

SOUZA, J. L. Manual de horticultura orgânica.- 2. ed. atual. e ampl.- Viçosa, aprenda Fácil, p. 843, 2006.

TAVARES, M.; MELO, A. M. T.; SCIVITTARO, W. B. Efeitos diretos e indiretos e correlações canônicas para caracteres relacionados com a produção de pimentão. **Bragantia**, São Paulo, v. 58, n.1, p. 41-47, 1999.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI E.; VIEGAS G. P. (Ed.). Melhoramento e produção de milho. 2. Ed. Campinas; Fundação Cargill, Cap. 5, p. 137-214, 1987.

## CAPÍTULO IV

---

### **ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE PIMENTÃO NOS SISTEMAS CONVENCIONAL E ORGÂNICO**

Artigo a ser enviado para publicação  
na Revista da Associação Brasileira de  
Horticultura “Horticultura Brasileira”.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estimar os parâmetros genéticos e prever os valores genotípicos envolvidos em caracteres agrônômicos de híbridos comerciais de pimentão, em dois diferentes sistemas de cultivo, a fim de verificar a adaptabilidade e estabilidade genotípica. O experimento foi conduzido na Estação Experimental Luiz Jorge da Gama Wanderley - IPA, localizada na Mesorregião da Mata Pernambucana, em Vitória de Santo Antão – PE, no período de outubro de 2010 a março de 2011. Foram avaliados sete híbridos comerciais em dois sistemas de cultivo: convencional e orgânico. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com sete tratamentos, seis repetições, e parcela útil constituída por oito plantas. Avaliaram-se as seguintes variáveis agrônômicas: massa total de frutos (MTF); número total de frutos (NTF); comprimento médio dos frutos (CMF); diâmetro médio dos frutos (DMF); número de lóculos do fruto (NL) e espessura média do pericarpo (EP). Estimação de parâmetros genéticos e predição dos valores genotípicos utilizando a metodologia dos modelos mistos via procedimento REML/BLUP, empregando o software SELEGEN e modelo estatístico 151. Foi empregado o índice de seleção baseado na soma dos postos ou índice de Mulamba e Mock ( $I_{MM}$ ). Todos os caracteres apresentaram boa acurácia. A herdabilidade da média de genótipo ( $h^2_{mg}$ ) foi abaixo de 80% apenas para o caráter NTF, alguns caracteres apresentaram  $h^2_{mg}$  próximas de 100% como CMF e DMF, 99,1% e 98,3%, respectivamente. A correlação genotípica entre o desempenho dos híbridos para os sistemas mostra valores de alta magnitude, indicando que a interação genótipos x sistemas é baixa. Os híbridos que obtiveram efeito genotípico predito acima da média foram: para NTF 1, 5, 7 e 6; para MTF 7 e 1; para CMF 4, 5, 1, 3 e 6; para DMF 7 e 2; para NL 7, 4, 6 e 1; para EP os híbridos 7 e 2. Através do  $I_{MM}$ , híbrido Atlantis (Topsed) seguido do híbrido Solario (Clause), obteve os melhores valores para seleção considerando todos os caracteres avaliados a partir da análise conjunta dos sistemas, podendo assim ser indicado para qualquer um dos sistemas de cultivo deste trabalho, pois apresentam boa adaptabilidade e estabilidade.

**Palavras-chave:** *Capsicum annuum* L., Parâmetros Genéticos, Modelos Mistos.

## ABSTRACT

The objective of this study was to estimate genetic parameters and predict the genotypic values involved in agronomic traits of commercial sweet pepper hybrids in two different cropping systems in order to verify the adaptability and genotypic stability. The experiment was conducted at the Experimental Station of Luiz Jorge Gama Wanderley - IPA, located in the Greater Region Mata, in Vitoria de Santo Antão - PE, from October 2010 to March 2011. Seven commercial hybrids were evaluated in two cultivation systems: conventional and organic. The experimental design was randomized blocks with seven treatments, six replications and plots consisting of eight useful plants. We evaluated the following agronomic variables: total weight of fruits (MTF), total number of fruits (NTF), average length of fruit (CMF), average fruit diameter (MFD), number of locules of the fruit (NL) and thickness middle pericarp (PE). Estimation of genetic parameters and prediction of genotypic values using mixed models via REML / BLUP, using the statistical model and software SELEGEN 151. We used selection index based on the sum of the ranks or index Mulamba and Mock ( $I_{MM}$ ). All characters showed good accuracy. The heritability of the average genotype ( $h^2_{mg}$ ) was below 80% only for the character NTF, some characters had  $h^2_{mg}$  close to 100% as CMF and DMF, 99.1% and 98.3%, respectively. The genetic correlation between the performance of hybrid systems shows high values of magnitude, indicating that the interaction genotype x system is low. The hybrid had genotypic effect predicted above average were: for NTF 1, 5, 7 and 6; MTF to 7:01; CMF for 4, 5, 1, 3 and 6; DMF to 7:02; NL to 7, 4, 6 and 1; EP hybrids to 7:02. Through  $I_{MM}$ , Atlantis hybrid (Topsed) followed by Solario (Clause), won the best values for selection considering all traits from the joint analysis of systems and can therefore be indicated for any of the farming systems of this work, since they have good adaptability and stability.

**Keywords:** *Capsicum annuum* L., Genetic Parameters, Mixed models.

## INTRODUÇÃO

A interação genótipos por ambientes (I.G.E) é definida por Cruz e Carneiro (2003) como decorrente do comportamento diferenciado de materiais genéticos frente a condições ambientais distintas. Segundo Kang e Magari (1996) a I.G.E. é uma grande preocupação para os melhoristas de plantas por dois motivos principais: primeiro é a redução do progresso com a seleção e segundo, torna-se impossível a interpretação dos seus principais efeitos. Por outro lado as interações genóticas e ambientais podem oferecer oportunidades, principalmente na seleção e aprovação de genótipos que apresentem uma interação positiva com determinada localização e as suas condições ambientais vigentes (exploração de adaptação específica) ou de genótipos com baixa frequência de rendimento (exploração de estabilidade de produção) (SIMMONDS, 1991; CECCARELLI, 1996).

Há caracteres que não tem sua expressão fenotípica alterada quando submetidas a variações ambientais e aos efeitos da I.G.E., porém, os caracteres de maior interesse econômico geralmente são quantitativos e, portanto, pequenas variações no ambiente são suficientes para provocar modificações fenotípicas significativas, como seriam os casos de produção, altura, diâmetro, e vários outros caracteres em diversas culturas.

Vários estudos sobre a I.G.E. abrangem cereais, espécies frutíferas, florestais e olerícolas, entre outras (MARJANOVIĆ-JEROMELA, 2011; SILVA *et al.*, 2011; SRINIVASA *et al.*, 2011; TONK *et al.*, 2011). Há trabalhos relacionados à I.G.E. em pimentão, (HODDES *et al.*, 1995; STOFFELLA *et al.*, 1995 e MOREIRA *et al.*, 2010), porém, mesmo considerando a literatura mundial, ainda há poucos estudos e o aumento desses poderia contribuir para que fossem tomadas decisões mais acertadas em relação a utilização de cultivares em ambientes específicos.

Sob a ótica da seleção em programa de melhoramento, Bernardo (2002) propôs três posicionamentos a serem tomados diante da existência da I.G.E.: ignorá-la, reduzi-la ou explorá-la. Considerando apenas o último caso, o melhoramento pode ser direcionado à máxima exploração da I.G.E., permitindo a capitalização do componente variância genética ( $V_g$ ) na seleção. Cujo

objetivo é identificar cultivares com os melhores desempenhos em condições ambientais específicas. Ainda segundo o mesmo autor, a estimação do componente ( $V_g$ ) é feita por meio da análise de variância conjunta de ambientes. Entretanto, esse procedimento não possibilita quantificar a magnitude da I.G.E. associada a cada genótipo.

A baixa eficiência na análise da interação I.G.E. pode representar um problema para programas de melhoramento, por reduzir a precisão de seleção de um ambiente para outro (LAVORANTI, 2003). Conforme Resende (2002) em uma avaliação genética e seleção em decorrência do fenômeno I.G.E., a consideração deste fenômeno conduz a necessidade de derivação de preditores de valores genéticos e genotípicos para cada indivíduo em cada ambiente, de forma que cada indivíduo possua um valor genético ou genotípico predito para cada ambiente em que for utilizado. Segundo Borges *et al.* (2010), valores genotípicos devem ser os preferíveis pelos pesquisadores de melhoramento, pois são estes os verdadeiros valores a serem preditos.

No contexto dos modelos mistos, segundo, a seleção considerando simultaneamente a produtividade, estabilidade e adaptabilidade podem ser feita por meio da estatística da Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genéticos (MHPRVG) preditos (RESENDE, 2007a). Tal método é similar ao método de Linn e Binns (1988), porém no contexto genotípico e não no contexto fenotípico. A quantidade MHPRVG\*MG refere-se à MHPRVG multiplicada pela média geral de todos os locais. Fornece, portanto, o valor genotípico médio penalizado pela instabilidade e capitalizado pela adaptabilidade (CARBONELL *et al.*, 2007).

O objetivo deste trabalho foi estimar os parâmetros genéticos e prever os valores genotípicos envolvidos em caracteres agrônomicos de híbridos comerciais de pimentão, em dois diferentes sistemas de cultivo, a fim de verificar a adaptabilidade e estabilidade genotípica.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Estação Experimental Luiz Jorge da Gama Wanderley - IPA, localizada na Mesorregião da Mata Pernambucana, em Vitória de Santo Antão - PE, situada na Latitude Sul (8° 8' 00') e Longitude Oeste (35° 22'00") no período de outubro de 2010 a março de 2011.

Os seguintes híbridos comerciais foram utilizados, relacionados com nome comercial e a empresa que o comercializa: 1 Atlantis (Topsed); 2 Enterprise (Seminis); 3 Hebron (Clause); 4 Impacto (Seminis); 5 Máximos (Clause); 6 Rubia R (Sakata); 7 Solario (Clause). As sementes híbridas foram semeadas em bandejas de isopor (128 células) contendo pó de coco e substrato comercial Plantmax Hortaliças® (1:1). Após a germinação, as bandejas foram mantidas em casa de vegetação coberta com filme agrícola de 150 micras e fechada lateralmente com tela. Após 14 dias foi efetuado o desbaste. Ao atingirem de 10-15 cm de altura e com 4 a 6 folhas definitivas as mudas foram então transplantadas para o campo.

O preparo de solo, para o cultivo convencional e orgânico, constituiu de uma aração a 30 cm, seguida de gradagem de nivelamento. Foram feitos sulcos com 25 cm de largura, 15-20 centímetros de profundidade e declividade de 0,2% a 0,5%. O espaçamento adotado foi de 1,0 x 0,6 m. O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão. Foram realizadas podas de condução, tutoramento com fitilho em espaldeira, além de eliminação de plantas invasoras sempre que necessário. Os tratos fitossanitários foram realizados preventivamente para evitar pragas e doenças durante todo o ciclo da cultura. Ambos obedeceram as indicações para a cultura, conforme recomendações para o cultivo convencional (REIFSCHNEIDER, 2000), e para o orgânico conforme Souza (2006).

Para o sistema convencional a adubação foi realizada de acordo com análise de solo realizada no local. A adubação de fundação aplicada foi composta de 6,6 gramas, por metro linear (g/m linear) de uréia, 150 g/m linear de superfosfato simples, 21,0 g/m linear de cloreto de potássio, além de esterco de curral em dois litros por metro linear. A adubação de manutenção

consistiu 10 g de uréia por planta a partir do início de produção de frutos, com intervalos de 15 dias.

No cultivo orgânico e com base em sua análise de solo formulou-se a adubação de fundação, aplicando-se por metro linear: 60 g de torta de mamona, 142 g de fosfato natural, 162 g de sulfato de potássio e 2 L de esterco de curral. Para adubação de cobertura foi aplicado esterco de curral e torta de mamona, no intervalo de 15 dias a partir do transplante até a última colheita.

Foram avaliados as seguintes variáveis agrônomicas: massa total de frutos (MTF); número total de frutos (NTF); comprimento médio dos frutos (CMF); diâmetro médio dos frutos (DMF); número de lóculos do fruto (NL) e espessura média do pericarpo (EP). Foram realizadas sete colheitas, no período de janeiro a março de 2011.

O delineamento experimental em ambos os sistemas de cultivo foi em blocos casualizados, com sete tratamentos (Híbridos) e quatro repetições. A parcela útil foi constituída por oito plantas. As avaliações foram realizadas ao nível de totais (NTF e MTF) e de médias por parcelas (CMF; DMF; NL e EP), gerando uma só observação por parcela. Houve perda de parcelas, ocorrendo assim desbalanceamento dos dados.

As análises estatísticas e a estimação dos parâmetros genéticos foram baseadas em modelos mistos do tipo REML/BLUP, empregando o software SELEGEN, Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada, conforme (RESENDE, 2007b).

O modelo estatístico utilizado foi o 151 do SELEGEN-REML/BLUP, para verificar o efeito dos híbridos nos sistemas de cultivo, este modelo é dado por:

$$y = X_m + Z_g + T_p + W_i + e,$$

em que  $y$  é o vetor de dados,  $m$  é o vetor dos efeitos das combinações medição-repetição-local (assumidos como fixos) somados à média geral,  $g$  é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios),  $p$  é vetor dos efeitos de ambiente permanente (parcelas no caso) (aleatórios),  $i$  é o vetor dos efeitos

da interação genótipos x locais (assumidos como aleatórios) e  $e$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos. O vetor  $m$  contempla todas as medições em todas as repetições nos vários locais e ajusta simultaneamente para todos esses efeitos e suas interações. É essencial que as medições sejam codificadas com diferentes números nas diferentes repetições e locais. (RESENDE, 2007a).

Foi empregado o índice de seleção baseado na soma dos postos ou índice de Mulamba e Mock (1978), o qual hierarquiza os genótipos, inicialmente, para todas as características, por meio de atribuição de valores absolutos mais elevados àqueles de melhor desempenho. Por fim, os valores atribuídos a cada característica são somados, obtendo-se a soma dos “ranks”, que assinala a classificação dos genótipos (CRUZ e CARNEIRO, 2003). Os híbridos foram classificados com valores absolutos que vão de um a sete, assim, o híbrido que obtiver melhor desempenho em uma das variáveis, ou seja, o primeiro colocado daquela variável, recebeu o valor um, o segundo dois e assim por diante. Ao final somam-se os valores das oito variáveis, obtendo o índice final, aqueles que obtiverem os menores valores de índice serão os melhores. Assim para o número total de frutos, o híbrido com nota um será o que produziu mais frutos, para massa total dos frutos o que obteve maior média de massa, para comprimento e diâmetro médio dos frutos os que obtiveram maiores médias de comprimento e diâmetro, respectivamente, e para espessura da polpa do fruto o de maior espessura. Não foi aqui considerado o caráter número de locos, uma vez que esse, mesmo obtendo valores absolutos diferentes nos híbridos, todos apresentavam três locos de média. Sendo assim, consideraram-se os híbridos com o mesmo potencial para seleção neste caráter.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Considerando a precisão experimental, verificou-se os valores encontrados para coeficiente de variação experimental (C<sub>Ve</sub>) e a acurácia (Tabela 1). Os C<sub>Ve</sub> apresentaram valores que variaram entre moderados e baixos, confirmando boa condução dos experimentos. Resende e Duarte (2007), consideram valores de C<sub>Ve</sub> ser um parâmetro inadequado para avaliar a qualidade do experimento, pois não informam sobre a acurácia seletiva da avaliação e conseqüentemente, não considera o nível de variação genotípica e o número de repetições. Os mesmos autores afirmam que a acurácia é o melhor parâmetro para medir a precisão experimental. Admitindo-se, por exemplo, que nos processos de seleção em melhoramento de plantas, valores de acurácia superiores a 70 % devam ser buscados. Os valores deste experimento são considerados bons, já que o menor valor de acurácia foi de 86,6 %, para o caráter NTF. Assim sendo, todos os caracteres apresentaram boa acurácia.

Estimativas do coeficiente de herdabilidade em nível de indivíduo ( $h^2_g$ ), de um modo geral, foram de baixa a alta magnitude, para os caracteres avaliados, variando de 3,7 % a 79,7 %. Em geral  $h^2_g$  de baixas magnitudes são comuns para os caracteres quantitativos e, via de regra, conduzem a moderadas a altas magnitudes das herdabilidade em nível de médias de progênie (Resende, 2002). Neste sentido a herdabilidade da média de genótipo ( $h^2_{mg}$ ) foi abaixo de 80 % apenas para o caráter NTF, alguns caracteres apresentaram  $h^2_{mg}$  próximas de 100 % como CMF e DMF, 99,1 % e 98,3 %, respectivamente. Resultados que corroboram os disponíveis na literatura (MIRANDA *et al.* 1988; MANJU e SREELATHAKUMARY, 2002; SREELATHAKUMARY e RAJAMONY, 2004; MARAME *et al.* 2008).

O coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipos x locais ( $c^2_{int}$ ) foram de baixa magnitude nos dois sistemas de cultivo, indicando a não permanência da heterogeneidade ambiental dentro de blocos. A correlação genotípica entre o desempenho dos híbridos para os sistemas mostra valores de alta magnitude, indicando que a interação genótipos x sistemas é baixa.

Na Tabela 2 e 3 estão ordenados os híbridos selecionados considerando os dois sistemas e para os caracteres avaliados os resultados apresentados são referentes aos efeitos (g) e valores (u + g) genotípicos preditos, livres de toda interação com ambientes. A quantidade (u + g + gem) refere-se ao valor genotípico médio nos vários ambientes e capitaliza uma interação média com todos os ambientes avaliados (RESENDE, 2002). Com base na tabela 2, os híbridos melhor ordenados, conseqüentemente, os de efeito genotípico predito acima da média foram para NTF os híbridos Atlantis, Máximos, Solario e Rubia R; para MTF os híbridos Solario e Atlantis e para CMF os híbridos Impacto, Máximos, Atlantis, Hebron e Rubia R, respectivamente.

Considerando os caracteres DMF, NL e EP, houve o predomínio do híbrido Solario, através do (u + g), para o caráter DMF os híbridos Solario e Enterprise estiveram acima da média, no mesmo sentido, para o caráter NL foram os híbridos Solario, Impacto, Rubia R e Atlantis. E para EP os híbridos Solario e Enterprise. Estes últimos caracteres possuem importância no âmbito de programas de seleção de pimentão, Tavares *et al.* (1999) sugeriram, através de análise de correlação, que o massa total de frutos será maior em plantas que produzam frutos com menor largura e maior número de lóculos.

Na Tabela 4 e 5 os híbridos foram ordenados considerando seu desempenho em cada sistema de cultivo para os caracteres analisados. Na tabela 4 os caracteres considerados são NTF, MTF, e CMF, para todos esses o melhor híbrido em um sistema, foi o mesmo no outro, porém com médias diferentes, inferindo que para NTF e MTF o sistema de cultivo convencional os híbridos tiveram melhor desempenho, quando comparado com o orgânico, apresentando maiores médias, 4,01 para NTF e 392,56 g para MTF. Em contrapartida quando o caráter considerado é o CMF o híbrido melhor ordenado apresentou maior média no sistema orgânico, 10,73 cm.

Na tabela 5 os caracteres considerados para ordenação dos híbridos foram DMF, NL e EP, considerando apenas o sistema convencional, híbrido Solario obteve as melhores médias para os caracteres, sendo 7,4 cm para DMF; 3,35 para NL; e 0,53 mm para EP. Já no sistema orgânico, a ordenação dos híbridos variou para cada caráter, para DMF o híbrido Enterprise, com 7,53

cm, para o NL o híbrido Impacto e para EP o híbrido Solario, com 0,55 cm, este último resultado semelhante ao encontrado no sistema convencional.

A aptidão de genótipos de se comportarem bem em uma grande amplitude de condições ambientais é um requisito desejado nos programas de melhoramento genético. Isso realça a importância do estudo da estabilidade. De acordo com Resende (2002), um material é considerado estável quando apresenta pequenas variações no seu comportamento geral, ao ser avaliado em diversas condições de ambiente. Quanto à adaptabilidade, um material é considerado mais adaptado quando possui boa capacidade de resposta à melhoria do ambiente.

Na Tabela 6, foram estimadas a estabilidade e adaptabilidade de valores genéticos (MHPRVG), para os caracteres de pimentão avaliados nos dois sistemas de cultivo. Na comparação dos ordenamentos resultantes dessas simulações de seleção, dentre os sete híbridos listados nas análises conjuntas dos sistemas, observou-se que o híbrido Solario teve superioridade média de genótipo em todos os caracteres avaliados, exceto para NTF e CMF, em que para esses os híbridos Atlantis e Impacto respectivamente, foram melhor ordenados. Verificou-se assim que, embora a ordem de seleção não seja exatamente a mesma, os melhores híbridos por esses caracteres coincidem com os melhores selecionados com base na análise individual de cada sistema, ou seja, os híbridos com melhor ordenação em cada sistema coincidem com os ordenados considerando a análise conjunta de todos os sistemas. Isto é ótimo, pois revela que os híbridos mais produtivos são também estáveis e de grande adaptabilidade.

Através do uso do índice de Mulamba e Mock ( $I_{MM}$ ) obteve-se a ordem dos híbridos com melhor desempenho considerando todos os sistemas (Tabela 7). Sendo o híbrido Atlantis seguido do Solario, apresentando valores de soma de 10 e 12, respectivamente, além de apresentarem boa adaptabilidade e estabilidade, considerando assim os melhores híbridos dos avaliados para os sistemas de cultivo convencional e orgânico.

**Tabela 1.** Parâmetros genéticos (REML Individual), para os caracteres número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF), diâmetro médio dos frutos (DMF), número de locos (NL) e espessura do pericarpo (EP). IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011.

Parâmetros	Caracteres					
	NTF	MTF	CMF	DMF	NL	EP
$V_g$	0,039	734,221	1,976	0,300	0,016	0,001
$V_{perm}$	0,004	25,848	0,007	0,0008	0,0004	0,00001
$V_{int}$	0,0007	16,756	0,017	0,003	0,001	0,0001
$V_e$	1,012	13502,872	0,444	0,252	0,083	0,002
$V_f$	1,057	14279,699	2,319	0,557	0,101	0,003
$h^2_g$	0,037	0,051	0,797	0,539	0,161	0,433
$r$	0,041	0,054	0,808	0,547	0,178	0,470
$c^2_{perm}$	0,003	0,001	0,003	0,001	0,004	0,002
$c^2_{int}$	0,0006	0,001	0,007	0,006	0,012	0,034
$h^2_{mg}$	0,750	0,808	0,991	0,983	0,905	0,947
$A_{cgen}$	0,866	0,899	0,995	0,991	0,951	0,973
$r_{gloc}$	0,981	0,977	0,990	0,987	0,927	0,927
$CV_{gi\%}$	5,499	7,621	14,489	8,187	4,035	8,864
$CV_{e\%}$	11,527	13,419	3,045	3,093	3,776	4,065
<b>Média Geral</b>	3,607	355,523	9,385	6,695	3,177	0,466

$V_g$ : variância genotípica.  $V_{perm}$ : var. de ambiente permanente.  $V_{int}$ : var. da I.G.E.  $V_e$ : var. residual.  $V_f$ : var. fenotípica individual.  $h^2_g = h^2$ : herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo.  $r$ : repetibilidade de parcelas individuais.  $c^2_{perm} = c^2$ : coeficiente de determinação dos efeitos de ambiente permanente.  $c^2_{int} = c^2_1$ : coef. de determinação dos efeitos da interação genótipos x locais.  $h^2_{mg}$ : herdabilidade da média de genótipo.  $A_{cgen}$ : acurácia da seleção de genótipos.  $r_{gloc}$ : correlação genotípica entre o desempenho nos vários ambientes.  $CV_{gi\%}$ : coef. de variação genotípica.  $CV_{e\%}$ : coef. de variação residual.

**Tabela 2.** Ordem dos híbridos selecionados considerando todos os sistemas e para os caracteres número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF). IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011.

<b>Caráter</b>	<b>Ordem</b>	<b>1º</b>	<b>2º</b>	<b>3º</b>	<b>4º</b>	<b>5º</b>	<b>6º</b>	<b>7º</b>
	<b>Híbridos</b>	1	5	7	6	2	4	3
	<b>g</b>	0,27	0,07	0,06	0,02	-0,07	-0,09	-0,27
<b>NTF</b>	<b>u+g</b>	3,88	3,68	3,67	3,63	3,53	3,50	3,33
	<b>Ganho</b>	0,27	0,17	0,13	0,11	0,07	0,04	0
	<b>Nova Média</b>	3,88	3,78	3,74	3,71	3,68	3,65	3,60
	<b>u+g+gem</b>	3,88	3,68	3,67	3,63	3,53	3,50	3,33
	<b>Híbridos</b>	7	1	2	5	4	3	6
	<b>g</b>	45,78	19,04	-3,33	-5,41	-17,85	-18,12	-20,10
<b>MTF</b>	<b>u+g</b>	401,30	374,5	352,19	350,10	337,67	337,39	335,42
	<b>Ganho</b>	45,78	32,41	20,49	14,01	7,65	3,35	0
	<b>Nova Média</b>	401,30	387,93	376,02	369,54	363,16	358,87	355,52
	<b>u+g+gem</b>	401,83	374,78	352,15	350,04	337,46	337,19	335,19
	<b>Híbridos</b>	4	5	1	3	6	7	2
	<b>g</b>	1,15	0,96	0,95	0,52	0,25	-1,76	-2,10
<b>CMF</b>	<b>u+g</b>	10,54	10,34	10,33	9,90	9,64	7,62	7,34
	<b>Ganho</b>	1,15	1,06	1,02	0,89	0,77	0,34	0
	<b>Nova Média</b>	10,54	10,44	10,41	10,28	10,15	9,73	9,45
	<b>u+g+gem</b>	10,55	10,35	10,34	9,90	9,64	7,61	7,30

g: efeito genotípico predito; u + g: média genotípica ou valores genotípicos; u + g + gem = valor genotípico.

**Tabela 3.** Ordem dos híbridos selecionados considerando todos os sistemas e para os caracteres diâmetro médio dos frutos (DMF), número de locos (NL) e espessura do pericarpo (EP). IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011.

<b>Caráter</b>	<b>Ordem</b>	<b>1º</b>	<b>2º</b>	<b>3º</b>	<b>4º</b>	<b>5º</b>	<b>6º</b>	<b>7º</b>
	<b>Híbridos</b>	7	2	3	1	6	5	4
<b>DMF</b>	<b>g</b>	0,75	0,73	-0,03	-0,10	-0,29	-0,43	-0,62
	<b>u+g</b>	7,44	7,42	6,66	6,59	6,40	6,25	6,07
	<b>Ganho</b>	0,75	0,74	0,48	0,33	0,21	0,10	0,0
	<b>Nova Média</b>	7,44	7,43	7,17	7,03	6,90	6,79	6,69
	<b>u+g+gem</b>	7,45	7,43	6,66	6,59	6,40	6,25	6,07
	<b>Híbridos</b>	7	4	6	1	3	2	5
<b>NL</b>	<b>g</b>	0,12	0,11	0,10	0,01	-0,05	-0,15	-0,15
	<b>u+g</b>	3,30	3,29	3,27	3,19	3,12	3,02	3,02
	<b>Ganho</b>	0,12	0,12	0,11	0,08	0,06	0,02	0
	<b>Nova Média</b>	3,30	3,29	3,29	3,26	3,23	3,20	3,17
	<b>u+g+gem</b>	3,30	3,30	3,28	3,19	3,12	3,02	3,01
	<b>Híbridos</b>	7	2	5	1	3	4	6
<b>EP</b>	<b>g</b>	0,07	0,03	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02
	<b>u+g</b>	0,54	0,50	0,44	0,44	0,44	0,44	0,43
	<b>Ganho</b>	0,07	0,05	0,03	0,01	0,01	0,00	0,0
	<b>Nova Média</b>	0,54	0,52	0,49	0,48	0,47	0,47	0,46
	<b>u+g+gem</b>	0,54	0,50	0,44	0,44	0,44	0,43	0,43

g: efeito genotípico predito; u + g: média genotípica ou valores genotípicos; u + g + gem = valor genotípico.

**Tabela 4.** Ordem dos híbridos selecionados considerando cada sistema de cultivo e para os caracteres número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF). IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011.

Local	NTF			MTF		CMF	
	Ordem	Híbridos	Nova Média	Híbridos	Nova Média	Híbridos	Nova Média
1	1º	1	4,01	7	392,56	4	10,36
	2º	5	3,90	1	378,56	5	10,28
	3º	7	3,87	2	366,28	1	10,20
	4º	6	3,84	5	359,58	3	10,04
	5º	2	3,80	4	353,29	6	9,91
	6º	4	3,77	3	348,88	7	9,50
	7º	3	3,73	6	345,41	2	9,15
2	1º	1	3,76	7	411,10	4	10,73
	2º	5	3,66	1	398,05	1	10,67
	3º	7	3,62	2	386,22	5	10,62
	4º	6	3,59	5	379,82	3	10,53
	5º	2	3,55	3	373,36	6	10,40
	6º	4	3,52	4	368,94	7	9,96
	7º	3	3,48	6	365,62	2	9,61

Local 1 sistema de cultivo convencional e local 2 sistema de cultivo orgânico.

**Tabela 5.** Ordem dos híbridos selecionados considerando cada sistema de cultivo e para os caracteres diâmetro médio dos frutos (DMF), número de locos (NL) e espessura do pericarpo (EP). IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011.

Local	Ordem	DMF		NL		EP	
		Híbridos	Nova Média	Híbridos	Nova Média	Híbridos	Nova Média
1	1º	7	7,40	7	3,335	7	0,53
	2º	2	7,36	4	3,330	2	0,51
	3º	3	7,11	6	3,32	1	0,48
	4º	1	6,97	1	3,29	5	0,47
	5º	6	6,85	3	3,27	3	0,47
	6º	5	6,74	5	3,22	6	0,46
	7º	4	6,64	2	3,13	4	0,46
2	1º	2	7,53	4	3,278	7	0,55
	2º	7	7,52	7	3,277	2	0,53
	3º	3	7,25	6	3,26	5	0,51
	4º	1	7,09	1	3,24	1	0,49
	5º	6	6,96	3	3,21	3	0,48
	6º	5	6,84	2	3,18	4	0,47
	7º	4	6,74	5	3,15	6	0,47

Local 1 sistema de cultivo convencional e local 2 sistema de cultivo orgânico.

**Tabela 6.** Estabilidade e adaptabilidade de valores genéticos (MHPRVG), para os caracteres número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF), diâmetro médio dos frutos (DMF), número de locos (NL) e espessura do pericarpo (EP). IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011.

<b>Caráter</b>	<b>Ordem</b>	<b>1º</b>	<b>2º</b>	<b>3º</b>	<b>4º</b>	<b>5º</b>	<b>6º</b>	<b>7º</b>
	<b>Híbridos</b>	1	5	7	6	2	4	3
<b>NTF</b>	<b>MHPRVG</b>	1,08	1,02	1,01	1,00	0,98	0,97	0,92
	<b>MHPRVG*MG</b>	3,88	3,68	3,67	3,63	3,53	3,50	3,33
	<b>Híbridos</b>	7	1	2	5	4	3	6
<b>MTF</b>	<b>MHPRVG</b>	1,13	1,05	0,99	0,98	0,96	0,95	0,94
	<b>MHPRVG*MG</b>	401,8	374,7	352,1	350,0	337,4	337,1	335,1
	<b>Híbridos</b>	4	5	1	3	6	7	2
<b>CMF</b>	<b>MHPRVG</b>	1,12	1,11	1,10	1,05	1,02	0,81	0,77
	<b>MHPRVG*MG</b>	10,55	10,35	10,34	9,90	9,64	7,61	7,28
	<b>Híbridos</b>	7	2	3	1	6	5	4
<b>DMF</b>	<b>MHPRVG</b>	1,11	1,10	0,99	0,98	0,95	0,93	0,90
	<b>MHPRVG*MG</b>	7,45	7,42	6,66	6,59	6,40	6,25	6,07
	<b>Híbridos</b>	7	4	6	1	3	2	5
<b>NL</b>	<b>MHPRVG</b>	1,05	1,04	1,03	1,00	0,98	0,95	0,94
	<b>MHPRVG*MG</b>	3,31	3,30	3,28	3,19	3,12	3,02	3,01
	<b>Híbridos</b>	7	2	5	1	3	4	6
<b>EP</b>	<b>MHPRVG</b>	1,16	1,07	0,96	0,95	0,95	0,94	0,93
	<b>MHPRVG*MG</b>	0,54	0,50	0,44	0,44	0,44	0,43	0,43

MHPRVG\*MG refere-se à MHPRVG multiplicada pela média geral de todos os sistemas.

**Tabela 7.** Valores do índice com base na soma de postos ( $I_{MM}$ ) para os caracteres: número total de frutos (NTF), massa total de frutos (MTF), comprimento médio dos frutos (CMF), diâmetro médio dos frutos (DMF) e espessura do pericarpo (EP). IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011.

Híbridos	Caracteres					Soma
	NTF	MTF	CMF	DMF	EP	
<b>Atlantis</b>	1	2	3	4	4	10
<b>Enterprise</b>	5	3	7	2	2	19
<b>Hebron</b>	7	6	4	3	5	25
<b>Impacto</b>	6	5	1	7	6	25
<b>Máximos</b>	2	4	2	6	3	17
<b>Rubia R</b>	4	7	5	5	7	28
<b>Solario</b>	3	1	6	1	1	12

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO R. 2002. *Breeding for quantitative traits in plants*. Stemma Press: Woodbury Minesota, 369p.

BORGES, V. *et al.* 2010. Seleção de clones de batata-doce pelo procedimento REML/BLUP. *Acta Scientiarum Agronomy*. (Online), Maringá, v. 32, n. 4, p. 643-649.

CARBONELL SAM; CHIORATO AF; RESENDE MDV; DIAS LAS; BERALDO ALA; PERINA EF. 2007. Estabilidade de cultivares e linhagens de feijoeiro em diferentes ambientes no estado de São Paulo. *Bragantia* 66: 193-201.

CECCARELLI S. 1996. Positive interpretation of genotype by environment interaction in relation to sustainability and biodiversity. p. 467–486, in Cooper e Hammer.

CRUZ CD; CARNEIRO PCS. 2003. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: UFV. 585p.

HODDES L; SANDERS DC; PERRY KB; ESKRIDGE KM; BATAL KM (DEAN); GRANBERRY DM; MCLAURIN WJ; DECOTEAU D; DUFAULT RJ; GARRETT JT; NAGATA R. 1995. Adaptability and reliability of yield for four bell pepper cultivars across three southeastern states. *Hostscience* 30: 1205-1210.

KANG MS; MAGARI R. 1996. New developments in selecting for phenotypic stability in crop breeding. In: KANG MS; GAUCH HG (eds). *Genotype by environment interaction*. Boca Raton: CRC Press. p. 1-14.

LAVORANTI OJ. 2003. *Estabilidade e adaptabilidade fenotípica através da reamostragem “bootstrap” no modelo AMMI*. Piracicaba: USP - ESALQ. 166p. (Tese doutorado).

LIN CS; BINNS MR. 1988. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Canadian Journal of Plant Science* 68: 193-198.

MANJU PR, SREELATHAKUMARY I. 2002. Genetic variability, heritability and genetic advance in hot chilli (*Capsicum chinense* JACQ.). *Journal of Tropical Agriculture* 40: 4-6.

MARAME F, DESALEGNE L, SINGH H, FININSA C, SIGVALD R. 2008. Genetic components and heritability of yield and yield related traits in hot pepper. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 4:803-809.

MARJANOVIĆ-JEROMELA A; NAGL N; GVOZDANOVIĆ-VARGA J; HRISTOV N; KONDIĆ-ŠPIKA A; VASIĆ M; MARINKOVIĆ R. 2011. Genotype by environment interaction for seed yield per plant in rapeseed using ammi model. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 46: 174-181.

MIRANDA JEC de; COSTA CP da; MALUF WR. 1988. Análise dialélica em pimentão. II. Componentes genéticos da variância. *Revista Brasileira de Genética* 11: 441-456.

MOREIRA SO; RODRIGUES R; ARAÚJO ML de; RIVA-SOUZA EM; OLIVEIRA RL de. 2010. Desempenho agrônômico de linhas endogâmicas e combinadas de *Capsicum annum* L. em sistema orgânico sob cultivo protegido. *Ciência e Agrotecnologia* 34: 886-891.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. *Egyptian Journal of Genetics and Cytology, Alexandria*, v.7, p.40-51, 1978.

SRINIVASA RAO P; REDDY PS; RATHORE A; REDDY BVS; PANWAR S. 2011. Application GGE biplot and AMMI model to evaluate sweet sorghum (*Sorghum bicolor*) hybrids for genotype x environment interaction and seasonal adaptation. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 81: 438-444.

REIFSCHNEIDER FJB. 2000. *Capsicum*: pimentas e pimentões no Brasil. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças. 113p.

RESENDE MDV. *Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 975 p. 2002.

RESENDE MDV. *Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético*. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 561 p. 2007a.

RESENDE MDV. *SELEGEN-REML/BLUP: Sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos*. Colombo: Embrapa Florestas, 359 p., 2007b.

RESENDE MDV.; DUARTE JB. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. V.37, p. 182-194, 2007.

SILVA JM da; NUNES GH de S; COSTA GG; ARAGÃO FA de S; MAIA LKR. 2011. Implicações da interação genótipos x ambientes sobre ganhos com a seleção em meloeiro. *Ciência Rural* 41: 51-56.

SIMMONDS NW. 1991. Selection for local adaptation in a plant breeding programme. *Theoretical and Applied Genetics* 82: 363-367.

SOUZA JL. *Manual de horticultura orgânica*/ Jacimar Luis de Souza.- 2. ed. atual. e ampl.- Viçosa, aprenda Fácil, p. 843, 2006.

SREELATHAKUMARY I; RAJAMONY L. 2004. Variability, heritability and genetic advance in chilli (*Capsicum annum* L.). *Journal of Tropical Agriculture* 42:35-37.

STOFFELLA PJ; Locascio SJ; Howe TK.; Olson SM; Shuler KD; Vavrina CS. 1995. Yield and fruit size stability differs among bell pepper cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 120: 325-328.

TAVARES M; MELO AMT; SCIVITTARO WB. 1999. Efeitos diretos e indiretos e correlações canônicas para caracteres relacionados com a produção de pimentão. *Bragantia* 58: 41-47.

TONK FA; ILKER E; TOSUN M. 2011. Evaluation of genotype x environment interactions in maize hybrids using GGE biplot analysis. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 11: 1-9.

## **ANEXOS**

---

**Caracterização de frutos dos híbridos comerciais avaliados.****Tabela 1.** Caracterização dos frutos dos híbridos comerciais avaliados, relacionados com nome comercial e a empresa que o comercializa.

Híbridos	Empresa	Características do fruto
Atlantis (1)	Topsed	Grandes, de formato retangular e firme. Apresenta parede bem espessa, entre 6 a 8 mm. Coloração verde escura e vermelha intensa quando maduro.
Enterprise (2)	Seminis	Frutos quadrados, grandes, com 3 a 4 lóculos, parede espessa e tamanho médio de 11 x 10 cm. Coloração verde escura.
Hebron (3)	Clause	Grandes, comprimento médio 9 cm, e diâmetro médio 7 cm. Coloração verde/vermelho.
Impacto (4)	Seminis	Frutos retangulares: 9-10 cm de diâmetro 18-20 cm de comprimento, de coloração verde-escuro e paredes grossas.
Máximos (5)	Clause	Grandes, comprimento médio 10 cm, diâmetro médio 6 cm. Coloração verde/vermelho.
Rubia R (6)	Sakata	Fruto retangular, comprimento médio 10 cm, diâmetro médio 6 cm. Pesados com paredes grossas. Coloração verde/vermelho uniforme.
Solario (7)	Clause	Frutos quadrados, grandes com comprimento médio 10 cm e diâmetro 8 cm. Coloração verde.

**Tabelas: Valores obtidos para caracteres dos híbridos comerciais avaliados.**

**Tabela 2.** Valores obtidos nos caracteres avaliados dos híbridos comerciais, considerando: número de frutos (NF); massa média do fruto (MMF); comprimento médio do fruto (CMF); diâmetro médio do fruto (DMF); média do número de locos (MNL); espessura média do pericarpo (EMP), por colheita/planta em sistema convencional. IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011.

Híbridos	Sistema Convencional					
	NF	MMF(g)	CMF(cm)	DMF(cm)	MNL	EMP(mm)
<b>Atlantis</b>	3,16	296,87	10,00	6,66	3,23	0,45
<b>Enterprise</b>	2,74	261,4	7,16	7,34	2,98	0,49
<b>Hebron</b>	2,54	253,56	9,40	6,63	3,20	0,44
<b>Impacto</b>	2,72	264,64	10,40	6,04	3,35	0,44
<b>Máximos</b>	2,86	260,1	10,19	6,25	2,98	0,44
<b>Rubia R</b>	2,77	244,32	9,41	6,39	3,31	0,44
<b>Solario</b>	3,29	331,56	7,52	7,51	3,35	0,54

g: gramas; cm: centímetros; mm: milímetro.

**Tabela 3.** Valores obtidos nos caracteres avaliados dos híbridos comerciais, considerando: número de frutos (NF); massa média do fruto (MMF); comprimento médio do fruto (CMF); diâmetro médio do fruto (DMF); média do número de locos (MNL); espessura média do pericarpo (EMP), por colheita/planta em sistema orgânico. IPA. Vitória de Santo Antão, PE, 2011.

Híbridos	Sistema Orgânico					
	NF/Planta	MMF	CMF(cm)	DMF(cm)	MNL	EMP(mm)
<b>Atlantis</b>	3,3	340,9	10,91	6,52	3,15	0,44
<b>Enterprise</b>	2,86	321,67	7,25	7,53	3,02	0,52
<b>Hebron</b>	2,46	288,18	9,86	6,78	2,94	0,43
<b>Impacto</b>	2,64	277,66	10,51	6,10	3,26	0,44
<b>Máximos</b>	3,08	327,84	10,48	6,24	3,01	0,46
<b>Rubia R</b>	2,97	291,41	9,96	9,18	3,24	0,58
<b>Solario</b>	3	367,24	7,86	7,79	3,28	0,56

g: gramas; cm: centímetros; mm: milímetro.

## NORMAS DA REVISTA HORTICULTURA BRASILEIRA

### Normas para publicação / *Instructions for authors*

#### NORMAS PARA PREPARAÇÃO E SUBMISSÃO DE TRABALHOS

O periódico Horticultura Brasileira é a revista oficial da Associação Brasileira de Horticultura. Horticultura Brasileira destina-se à publicação de artigos técnico-científicos que envolvam hortaliças, plantas medicinais, condimentares e ornamentais e que contribuam significativamente para o desenvolvimento desses setores. O periódico Horticultura Brasileira é publicado a cada três meses. Os artigos podem ser enviados e/ou publicados em português, inglês ou espanhol. Para publicar em Horticultura Brasileira é necessário que o primeiro autor do trabalho seja membro da Associação Brasileira de Horticultura (ABH) ou das Associações Nacionais com que a ABH mantém Acordo de Reciprocidade, e esteja em dia com o pagamento da anuidade. Trabalhos em que o primeiro autor não cumpra os requisitos acima também poderão ser submetidos. Neste caso, é necessário que seja recolhida a taxa de tramitação ampliada, tão logo o trabalho seja aceito para tramitação.

Os trabalhos enviados para Horticultura Brasileira devem ser originais, ainda não relatados ou submetidos à publicação em outro periódico ou veículo de divulgação. Está também implícito que os aspectos éticos e o atendimento à legislação vigente de *copyright* tenham sido observados durante o desenvolvimento do trabalho. Após a submissão à Horticultura Brasileira e até o final de sua tramitação, é vedada a submissão do trabalho, em todo ou em parte, a qualquer outro periódico ou veículo de divulgação. Caso o trabalho seja aceito para publicação, Horticultura Brasileira adquire o direito exclusivo de *copyright* para todas as línguas e países. Não é permitida a reprodução parcial ou total dos trabalhos publicados sem autorização por escrito da Comissão Editorial.

O periódico Horticultura Brasileira é composto das seguintes seções:

**Artigo convidado:** tópico de interesse atual, a convite da Comissão Editorial;

**Carta ao Editor:** assunto de interesse geral. Será publicada a critério da Comissão Editorial que poderá, ainda, submetê-la ao processo de revisão;

**Pesquisa:** artigo relatando informações provenientes de resultados originais de pesquisa obtidos por meio de aplicação rigorosa de metodologia científica, cuja reprodutibilidade é claramente demonstrada;

**Comunicação Científica:** comunicação ou nota científica relatando informações originais resultantes de observações de campo ou provenientes de experimentos menos complexos, realizados com aplicação rigorosa de metodologia científica, cuja reprodutibilidade é claramente demonstrada;

**Página do Horticultor:** trabalho original referente a resultados de utilização imediata pelo setor produtivo como, por exemplo, ensaios originais com agrotóxicos, fertilizantes ou competição de cultivares, realizados com aplicação rigorosa

#### GUIDELINES FOR PREPARATION AND SUBMISSION OF PAPERS

Horticultura Brasileira is the official journal of the Brazilian Association for Horticultural Science. Horticultura Brasileira publishes papers on vegetable crops, medicinal and condimental herbs, and ornamental plants. Papers must represent a significant contribution to the scientific and technological development of these crops. Horticultura Brasileira is published quarterly and accepts and publishes papers in English, Portuguese, and Spanish. Papers are eligible for publication if the first author is member of the Brazilian Association for Horticultural Science (ABH) or of a National Horticultural Association that has a Reciprocity Agreement with ABH, in both cases with the annual fee paid. In case first author does not fall into the previous categories, papers may be still submitted, regarding that the broad processing fee is paid as soon as the manuscript is accepted for reviewing.

Horticultura Brasileira publishes original papers, which have not been submitted to publication elsewhere. It is implicit that ethical aspects and fully compliance with the copyright laws were observed during the development of the work. From the submission up to the end of the reviewing process, partial or total submission elsewhere is forbidden. With the acceptance for publication, publishers acquire full and exclusive copyright for all languages and countries. Unless the publishers grant special permission, no photographic reproductions, microform, and other reproduction of a similar nature may be made of the journal, of individual contributions contained therein or of extracts therefrom.

Horticultura Brasileira has the following sections:

**Invited paper:** papers dealing with topics that arouse interest, invited by the Editorial Board;

**Letter to the Editor:** deals with a subject of general interest. The Editorial Board makes a preliminary evaluation and can accept or reject it, as well as submit it to the reviewing process;

**Research:** paper describing an original study, carried out under strict scientific methods. The reproducibility of studies should be clearly demonstrated;

**Scientific Communication:** communication or scientific note, reporting field observations or results of less complex, but still original studies, carried out under strict scientific methods. The reproducibility of studies should be clearly demonstrated;

**Grower's page:** original communication or short note describing information readily usable by farmers, as for example, results from studies regarding the evaluation of pesticides or fertilizers, or cultivar comparative performance.

de metodologia científica, cuja reprodutibilidade é claramente demonstrada;

**Nova Cultivar:** relato de novas cultivares e germoplasma, contendo origem, descrição e disponibilidade, com dados comparativos.

#### Submissão dos trabalhos

O texto deve ser composto em programa Word® ou compatível, em espaço 1,5, fonte Times New Roman, tamanho doze. Páginas e linhas devem ser numeradas. Adicione ao final do texto todos os demais componentes do trabalho (figuras, tabelas e gráficos). Formate o arquivo para página A<sub>4</sub> e todas as margens para 3 cm, imprima e envie uma cópia. Inclua também um CD contendo o arquivo do trabalho. Imagens de baixa resolução, com menos de 600 Kb, não serão aceitas. Os trabalhos deverão ter no máximo 36.000 caracteres, excluindo os espaços. Se forem necessárias outras orientações, entre em contato com a Comissão Editorial ou consulte os últimos números de Horticultura Brasileira.

Os trabalhos submetidos entrarão em tramitação somente se:

- estiverem em total acordo com estas normas;
- estiverem dentro do escopo e apresentarem nível técnico-científico compatível com Horticultura Brasileira;
- estiverem acompanhados da anuência de todos os autores, que devem assinar a carta de submissão ou a primeira página do trabalho. Caso um ou mais autores não possa(m) assinar, a razão deve ser mencionada na carta de submissão. Neste caso, o autor correspondente deverá se responsabilizar pela(s) anuência(s) faltante(s). Mensagens eletrônicas da anuência ou cópias gráficas destas serão aceitas, desde que indubitavelmente enviadas da conta eletrônica de quem as concedeu;
- estiverem acompanhados da indicação por escrito da relevância do trabalho (importância e distinguibilidade em relação a trabalhos já existentes), em não mais que dez linhas, na carta ou mensagem de submissão;
- estiverem acompanhados da indicação de pelo menos duas pessoas (nome, endereço, e-mail e telefone), de instituições distintas daquelas a que pertencem os autores, que possam atuar como assessores *ad hoc* imparciais.

Quando aceito para tramitação, o autor correspondente receberá uma mensagem eletrônica e será solicitado o recolhimento da taxa de tramitação, no valor de R\$ 55,00, quando o primeiro autor for associado à ABH ou associações-irmãs e estiver com a anuidade em dia; ou da taxa de tramitação ampliada, no valor de R\$ 295,00, quando o primeiro autor não é associado da ABH. Trabalhos rejeitados não serão devolvidos.

#### Estrutura dos Artigos

**Título:** limitado a 90 caracteres, excluindo os espaços. Utilize nomes científicos somente quando as espécies em questão não possuírem nomes comuns no idioma utilizado no trabalho;

**Nome dos autores:** nome(s) próprio(s) completo(s) do(s)

Such studies must have been carried out under strict scientific methods and their reproducibility should be clearly demonstrated;

**New Cultivar:** communications or scientific notes reporting recent cultivar and germplasm release. It must include information on origin, description, seed availability, and comparative data.

#### Manuscript submission

Prepare your text in Word® or compatible software, in 1,5 space, font Times New Roman 12 points, with pages and lines numbered. Add images, figures, tables, and charts in the end of your text and compile all files (text, figures, tables, and charts) in a single document. Format the document for A<sub>4</sub> page, 3-cm margins. Print and submit. Send along a CD-ROM containing the file. Low-resolution images, below 600 Kb, will not be accepted for publication. The file must not exceed 36,000 characters, excluding spaces. If further information is needed, please contact the Editorial Board or refer to recently released issues.

A paper will be eligible for the reviewing process if:

It is in full compliance with these guidelines;

It falls into the journal scope and presents a technical-scientific standard compatible with Horticultura Brasileira;

It is accompanied by a signed agreement-on-publishing from all authors. A signature on the first page of the original paper or on the cover letter is accepted. In case one or more authors can not sign it, the reason(s) must be stated in the cover letter. In this case, the corresponding author takes the responsibility. Electronic messages or their hardcopies with the agreement-on-publishing are accepted when sent from an electronic account unequivocally managed by the agreeing author.

It is accompanied by a written description of the relevance of the work (importance and distinctiveness in relation to the existing literature), not longer than ten lines, at the cover letter or message;

It is accompanied by the nomination of at least two persons (name, address, email and phone), from institutions other than those authors are affiliated to, who can act as impartial peer reviewers.

When accepted for reviewing, the corresponding author will receive an e-mail alert with instructions for paying the processing fee (US\$ 50.00; E\$ 40.00, plus US\$ 20.00 or E\$ 20.00 for covering the fees of international money transference, when first author is affiliated to ABH and sister-associations and has no debts with it) or the broad processing fee (US\$ 185.00; E\$ 150.00, plus US\$ 20.00 or E\$ 20.00 for covering the fees of international money transference) when first author is not affiliated. Rejected papers will not be returned.

#### Paper Format

**Title:** limited to 90 characters, excluding spaces. Use scientific names for the species only if the paper deals with plants that do not have common name in the idiom used in the paper;

**Name of authors:** Author(s) name(s) in full. Abbreviate

autor(es). Abrevie somente o(s) sobrenome(s) intermediário(s). Por exemplo, José Maria Fontana Cardoso, deve aparecer como José Maria F Cardoso. Utilize números super-escritos para relacionar autor(es) e endereço(s). Observe o padrão nos números mais recentes de Horticultura Brasileira (veja a indicação de como definir os autores do trabalho mais adiante nessas normas, item Autoria)

**Endereço dos autores:** nome da instituição e departamento, instituto, faculdade ou similar, quando for o caso, com endereço completo para correspondência, de todos os autores. Inclua o endereço de correio eletrônico de todos os autores. Utilize números super-escritos para relacionar autor(es) e endereço(s). Observe o padrão nos números mais recentes de Horticultura Brasileira;

**Resumo e palavras-chave:** limitado a 1.700 caracteres, excluídos os espaços. Selecione até seis palavras-chave ou termos para indexação, iniciando sempre pelo nome(s) científico (s) da(s) espécie(s) em questão. Não repita palavras que já estejam no título;

**Abstract, título e keywords:** o *abstract*, título em inglês e as *keywords* devem ser versões adequadas de seus similares em inglês. Não utilize tradutores eletrônicos de texto;

#### Introdução

#### Material e Métodos

#### Resultados e Discussão

#### Agradecimentos, quando for o caso;

**Referências** (não exceda o limite de 30 referências bibliográficas): assegure-se de que no mínimo a metade das referências foi publicada recentemente (no máximo, há dez anos). Casos excepcionais serão considerados. Para tanto, solicita-se que os autores apresentem suas razões na carta de submissão. Evite citar resumos e trabalhos apresentados e publicados em congressos e similares;

**Figuras, quadros e tabelas:** o limite para figuras, quadros e tabelas é três para cada categoria, com limite total de cinco. Casos excepcionais serão considerados. Para tanto, solicita-se que os autores apresentem suas razões na carta de submissão. Assegure-se de que figuras, quadros e tabelas não sejam redundantes. Enunciados e notas de rodapé devem ser bilíngues. Os enunciados devem terminar sempre indicando, nesta ordem, o local, instituição responsável e o ano de realização do trabalho. Observe a formatação de tabelas em números anteriores de Horticultura Brasileira. Não insira os gráficos como figuras. Permita o acesso ao conteúdo original.

Este roteiro deverá ser utilizado para trabalhos destinados às seções Pesquisa e Comunicação Científica. Para as demais seções veja padrão de apresentação nos artigos publicados nos últimos números de Horticultura Brasileira. Para maior detalhamento consulte os números mais recentes de Horticultura Brasileira, disponíveis também nos sítios eletrônicos [www.scielo.br/hb](http://www.scielo.br/hb) e [www.abhorticultura.com.br/Revista](http://www.abhorticultura.com.br/Revista).

#### Citações no texto (referências e aplicativos)

Prefira a citação bibliográfica no texto entre parênteses, como segue: (Resende & Costa, 2005). Quando houver mais de dois autores, utilize a expressão latina *et alli* abreviada,

only middle family names. Do not abbreviate Christian names. For example, Anne Marie Sullivan Radford should appear as Anne Marie S Radford. Use superscript numbers to relate authors to addresses. Please refer the most recent issues of Horticultura Brasileira for formatting;

**Addresses:** Name of the Institution and Department, if applicable, with full corresponding post address for all authors. Include authors' e-mail addresses. Use superscript numbers to relate addresses to authors. Please refer the most recent issues of Horticultura Brasileira for formatting;

**Abstract and keywords:** abstract limited to 1,700 characters (excluding spaces). Select up to six keywords or indexing terms, starting with the scientific name(s) of the organism(s) the study deals with. Do not repeat words that appear in the title;

**Abstract, title, and keywords in Portuguese or Spanish:** abstract, title, and keywords in Portuguese or Spanish must be adequate versions of their similar in English. Horticultura Brasileira will provide Portuguese versions for non-Portuguese speaking authors;

#### Introduction;

#### Material and Methods;

#### Results and Discussion;

#### Acknowledgements, when applicable;

**References:** authors are asked to not exceed 30 bibliographic references. Make sure that at least half of the references were published recently (up to 10 years). Exceptional cases will be considered, regarding that authors state their reasons at the cover letter. Avoid citing conference abstracts;

**Figures and tables:** tables, figures, and charts are limited to three each, with a total limit of five. Exceptional cases will be considered, regarding that authors state their reasons at the cover letter. Please, make sure that tables, figures, and charts are not redundant. Titles and footnotes must be bilingual. Titles should always be finished by presenting, in this sequence, place, responsible institution, and year(s) of data gathering. For table formatting, please refer to recently released issues. Do not insert graphics as figures. Allow access to the original content.

This structure will be used for manuscripts of the sections Research and Scientific Communication. For other sections, please refer to the most recent issues of Horticultura Brasileira, available also at [www.scielo.br/hb](http://www.scielo.br/hb) e [www.abhorticultura.com.br/Revista](http://www.abhorticultura.com.br/Revista).

#### References (bibliography and software)

Bibliographic references within the text should be cited as (Resende & Costa, 2005). When there are more than two authors, abbreviate the Latin expression *et alli*, in italics, as follows: (Melo Filho *et al.*, 2005). References to studies done by the same authors in the same year should be distinguished in the text and in the Reference list by the letters a, b, etc., as for example: 1997a, 1997b. In citations involving more than one paper from the same author(s) published in different

em itálico, como segue: (Melo Filho *et al.*, 2005). Quando houver mais de um artigo do(s) mesmo(s) autor(es), no mesmo ano, diferencie-os por uma letra minúscula, logo após a data de publicação do trabalho, como segue: 2005a, 2005b, no texto e nas referências. Quando houver mais de um artigo do(s) mesmo(s) autor(es), em anos diferentes, separe os anos por vírgula, como segue: (Inoue-Nagata *et al.*, 2003, 2004). Quando vários trabalhos forem citados em série, utilize a ordem cronológica de publicação.

Para aplicativos, prefira a citação no texto entre parênteses, como segue: (Genes, v. 3.0), indicando o nome do aplicativo e a versão utilizada.

Na seção Referências, organize os trabalhos em ordem alfabética pelo sobrenome do primeiro autor. Quando houver mais de um trabalho citado cujos autores sejam exatamente os mesmos, utilize a ordem cronológica de publicação. Utilize o padrão internacional na seção Referências, conforme os exemplos:

#### a) Periódico

MADEIRA NR; TEIXEIRA JB; ARIMURA CT; JUNQUEIRA CS. 2005. Influência da concentração de BAP e AG<sub>3</sub> no desenvolvimento *in vitro* de mandiocquinha-salsa. *Horticultura Brasileira* 23: 982-985.

#### b) Livro

FILGUEIRA FAR. 2000. *Novo manual de olericultura*. Viçosa: UFV. 402p.

#### c) Capítulo de livro

FONTES EG; MELO PE de. 1999. Avaliação de riscos na introdução no ambiente de plantas transgênicas. In: TORRES AC; CALDAS LS; BUSO JA (eds). *Cultura de tecidos e transformação genética de plantas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica/Embrapa Hortaliças. p. 815-843.

#### d) Tese

SILVA C. 1992. *Herança da resistência à murcha de Phytophthora em pimentão na fase juvenil*. Piracicaba: USP – ESALQ. 72p (Tese mestrado).

e) **Trabalhos completos apresentados em congressos** (quando não incluídos em periódicos. Evite citar trabalhos apresentados em congresso).

#### Anais

HIROCE R; CARVALHO AM; BATAGLIA OC; FURLANI PR; FURLANI AMC; SANTOS RR; GALLO JR. 1977. Composição mineral de frutos tropicais na colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 4. *Anais...* Salvador: SBF. p. 357-364.

#### CD-ROM

AQUINO LA; PUIATTI M; PEREIRA PRG; PEREIRA FHF. 2004. Espaçamento e doses de N na produtividade e qualidade do repolho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44. *Resumos...* Campo Grande: SOB (CD-ROM).

#### f) Trabalhos apresentados em meio eletrônico:

##### Periódico

KELLY R. 1996. Electronic publishing at APS: its not just online journalism. *APS News Online*. Disponível em <http://www.hps.org/hpsnews/19065.html>. Acessado em 25 de novembro de 1998.

**Trabalhos completos apresentados em congresso** (evite citar trabalhos apresentados em congressos)

SILVA RW; OLIVEIRA R. 1996. Os limites pedagógicos do paradigma de qualidade total na educação. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPE, 4. *Anais eletrônicos...* Recife: UFPE. Disponível em: <http://www.propeq.ufpe.br/anais/educ/ce04.htm>. Acessado em 21 de janeiro de 1997.

years, separate years with commas: (Inoue-Nagata *et al.*, 2003, 2004). When citing papers in tandem in the text, sort them chronologically.

To cite software, mention its name and version between brackets, as follows: (Genes, v. 3.0).

In the section References, order citations alphabetically, according to first author's family name, without numbering. When there is more than one paper from exactly the same authors, list them chronologically. References should appear accordingly to the international format, as follows:

#### a) Journal

GARCIA-GARRIDO JM; OCAMPO JA. 2002. Regulation of the plant defense response in arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Journal of Experimental Botany* 53: 1377-1386.

#### b) Book

BREWSTER JL. 1994. *Onions and other vegetable alliums*. Wallingford: CAB International. 236p.

#### c) Book chapter

ATKINSON D. 2000. Root characteristics: why and what to measure? In: SMIT AL; BENGOUGH AG; ENGELS C; van NORDWIJK M; PELLERIN S; van de GEIJN SC (eds). *Root methods: a handbook*. Berlin: Springer-Verlag. p. 1-32.

#### d) Thesis

DORLAND E. 2004. *Ecological restoration of heaths and matgrass swards: bottlenecks and solutions*. Utrecht: Utrecht University. 86p (Ph.D. thesis).

e) **Full papers presented in conferences** (when not included in referred journals. Avoid citing conference abstracts)

#### Proceedings

van JOST M; CLARCK CK; BENSON W. 2007. Lettuce growth in high soil nitrate levels. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NITROGEN USE IN HORTICULTURE, 4. *Annals...* Utrecht: ISHS p. 122-123.

#### CD-ROM

LÉMANGE PA; DEBRET L. 2004. Rhizoctonia resistance in green asparagus lines In: EUROPEAN SYMPOSIUM OF VEGETABLE BREEDING, 17. *Proceedings...* Lyon: Eucarpia (CD-ROM).

#### f) Papers published in electronic media

##### Journal

KELLY R. 1996. Electronic publishing at APS: its not just online journalism. *APS News Online*. Available in <http://www.hps.org/hpsnews/19065.html>. Accessed in November 25, 1998.

**Full papers presented in conferences** (avoid citing conference abstracts)

DONOVAN WR; JONHSON L. 2007. Limits to the progress of natural resources exploration. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT GENETIC RESOURCES, 12. *Annals...* Adelaide: ASGR. Available in <http://www.asgr.au/annals/conference/aus012.htm>. Accessed in January 21, 2008.

#### Sítios eletrônicos

USDA - United States Department of Agriculture. 2004, 15 de novembro. *World asparagus situation & outlook*. Disponível em <http://www.fas.usda.gov/>

Em caso de dúvidas, entre em contato com a Comissão Editorial ou consulte os números mais recentes de *Horticultura Brasileira*.

#### Processo de tramitação

Os artigos serão submetidos à Comissão Editorial, que fará uma avaliação preliminar (escopo do trabalho, atendimento às normas de publicação, relevância científica e qualidade técnica e do texto). A decisão da Comissão Editorial (adequado para tramitação, ou não adequado) será comunicada ao autor de correspondência por via eletrônica. Caso sejam necessárias modificações, os autores poderão submeter uma nova versão para avaliação. Caso a tramitação seja aprovada, a Comissão Editorial encaminhará o trabalho a pelo menos dois assessores *ad hoc*, especialistas na área em questão. Tão logo haja dois pareceres, o trabalho é enviado a um dos Editores Científicos da área, que emitirá seu parecer: (1) recomendado para publicação, (2) necessidade de alterações ou (3) não recomendado para publicação. Nas situações 1 e 3, o trabalho é encaminhado ao Editor Associado. Na situação 2, o trabalho é encaminhado aos autores, que devem elaborar uma nova versão. Esta é enviada à Comissão Editorial, que a remeterá ao Editor Científico para avaliação. O Editor Científico poderá recomendar ou não a nova versão. Em ambos os casos, o trabalho é remetido para o Editor Associado, que emitirá o parecer final. A Comissão Editorial encaminhará o parecer para os autores.

Nenhuma alteração é incorporada ao trabalho sem a aprovação dos autores. Após o aceite em definitivo do trabalho, o autor de correspondência receberá uma cópia eletrônica da prova tipográfica, que deverá ser devolvida à Comissão Editorial em 48 horas. Nesta fase não serão aceitas modificações de conteúdo ou estilo. Alterações, adições, deleções e edições implicarão em novo exame do trabalho pela Comissão Editorial. Erros e omissões presentes no texto da prova tipográfica corrigida e devolvida à Comissão Editorial são de inteira responsabilidade dos autores. *Horticultura Brasileira* não adota a política de distribuição de separatas.

#### Autoria

Para definir os autores do trabalho, adote os seguintes critérios, baseados em: [www.biomedcentral.com/bmcgenomics/ifora/](http://www.biomedcentral.com/bmcgenomics/ifora/)

São autores aqueles que participaram intensivamente do trabalho e, por isso, podem assumir publicamente a responsabilidade pelo conteúdo do manuscrito;

São autores aqueles que fizeram contribuições substanciais para a concepção do trabalho, desenho dos experimentos ou para a aquisição, análise e interpretação dos dados;

São autores aqueles que elaboraram o manuscrito ou o alteraram decisivamente durante a revisão.

A simples coleta de dados; cessão de genótipos, sementes ou outros insumos; discussão sobre os experimentos; assim

#### Electronic Sites

USDA - United States Department of Agriculture. 2004, November 15. *World asparagus situation & outlook*. Available in [www.fas.usda.gov](http://www.fas.usda.gov)

For further orientation, please contact the Editorial Board or refer to the most recent issues of *Horticultura Brasileira*.

#### The reviewing process

Manuscripts are submitted to the Editorial Board for a preliminary evaluation (scope, adherence to the publication guidelines, scientific relevance, technical quality, and command of language). The Editorial Board decision (eligible, not eligible) will be e-mailed to the correspondent author. If modifications are needed, the author may submit a new version. If the manuscript is adequate for reviewing, the Editorial Board forwards it to at least two *ad hoc* reviewers of the specific research area. As soon as they evaluate the manuscript, it is sent to a related Scientific Editor. The Scientific Editor analyzes the manuscript and forwards it back to the Editorial Board (1) recommending for publication, (2) asking for modifications or (3) do not recommending for publication. In situations 1 and 3, the manuscript is reviewed by the Associate Editor, who holds the responsibility for the final decision. In situation 2, the manuscript is returned to the author(s), who produces a new version, which is forwarded to the Editorial Board. Following, the Scientific Editor checks the new version and recommend it or not for publication. In both cases, it is sent to the Associate Editor, for the final decision. The Editorial Board informs authors about the final decision.

No modifications are incorporated to the manuscript without the approval of the author(s). Once the paper is accepted, an electronic copy of the galley proof is sent to the correspondence author who should make any necessary corrections and send it back within 48 hours. Extensive text corrections, whose format and content have already been approved for publication, will not be accepted. Alterations, additions, deletions, and editing imply that a new examination of the manuscript will be made by the Editorial Board. Authors are held responsible for any errors and omissions present in the text of the corrected galley proof that has been returned to the Editorial Board. No offprint is supplied.

#### Authorship

To define the manuscript authors, consider the following criteria, based on [www.biomedcentral.com/bmcgenomics/ifora/](http://www.biomedcentral.com/bmcgenomics/ifora/):

Authors are those who participated intensively in the work and therefore can take public responsibility for the manuscript contents;

Authors are those who have made substantial contributions to the work conception, design of experiments or acquisition, analysis and interpretation of data, or;

Authors are those who participated in drafting the manuscript or changed it decisively during the reviewing process.

The simple collection of data; transference of genotypes, seeds or other inputs; discussion about the experiments; as

como a supervisão geral ou financiamento do grupo de pesquisa, por si só, não justificam a autoria e devem ser incluídos em **Agradecimentos**.

#### **Idioma de publicação**

Em qualquer ponto do processo de tramitação, os autores podem manifestar seu desejo de publicar o trabalho em um idioma distinto daquele em que foi escrito, desde que o idioma escolhido seja um dos três aceitos em Horticultura Brasileira, a saber, Espanhol, Inglês e Português. Por exemplo: um trabalho pode ser submetido e ter toda a sua tramitação em português e, ainda assim, ser publicado em inglês. Neste caso, os autores tanto podem providenciar a versão final para o idioma desejado, quanto autorizar a Comissão Editorial a providenciá-la. Quando a versão traduzida fornecida pelos autores não atingir o padrão idiomático requerido para publicação, a Comissão Editorial encaminhará o texto para revisão por um especialista. Todos os custos decorrentes de tradução e revisão idiomática serão cobertos pelos autores.

#### **Cobrança por página publicada**

Horticultura Brasileira tem uma taxa por página de R\$ 50,00.

#### **Impressão em cores**

Horticultura Brasileira tem uma taxa de R\$ 400,00 por página impressa em cores.

Os originais devem ser enviados para:

Horticultura Brasileira

Caixa Postal 190

70351-970 Brasília – DF

Tel.: (0xx61) 3385-9088

Fax: (0xx61) 3556-5744

E-mail: hortbras@cnph.embrapa.br; hortbras@gmail.com

Assuntos relacionados a mudanças de endereço, filiação à Associação Brasileira de Horticultura (ABH), pagamento de anuidade, devem ser encaminhados à Diretoria da ABH, no seguinte endereço:

Associação Brasileira de Horticultura

IAC - Centro de Horticultura

Caixa Postal 28

13012-970 Campinas – SP

Tel./Fax: (0xx19) 3202 1725

E-mail: abh@iac.sp.gov.br

well as the general supervision or funding of the research group does not justify authorship and should be included in the **Acknowledgements**.

#### **The publishing idiom**

In any point of the reviewing process, authors can indicate their will on publishing the paper in a language other than the one originally used to write it, considering that the choice falls into one of the three idioms used in Horticultura Brasileira, namely English, Portuguese, and Spanish. For example, a paper may be submitted and reviewed in Portuguese and, even though, it may be published in English. In this case, authors can either produce a translated version of the approved paper, or authorize the Editorial Board to forward it to translating. If the translated version provided by authors is below the idiomatic standard required for publication, the Editorial board will redirect the text for specialized reviewing. All costs related to translating and idiomatic reviewing are charged to authors.

#### **Page charge**

Horticultura Brasileira charges US\$ 30.00 or E\$ 22.00 per page, plus US\$ 20.00 or E\$ 20.00 for covering the fees of international money transference.

#### **Color Printing**

Horticultura Brasileira charges US\$ 220.00 or E\$ 180.00 per page printed in colors, plus US\$ 20.00 or E\$ 20.00 for covering the fees of international money transference.

Manuscripts should be addressed to:

Horticultura Brasileira

Caixa Postal 190

70351-970 Brasília – DF

Brazil

Tel.: 00 55 (61) 3385-9088

Fax: 00 55 (61) 3556-5744

E-mail: hortbras@cnph.embrapa.br; hortbras@gmail.com

Change in address, membership in the Brazilian Association for Horticultural Science (ABH), and payment of fees related to the ABH should be addressed to:

Associação Brasileira de Horticultura

IAC - Centro de Horticultura

Caixa Postal 28

13012-970 Campinas – SP

Brazil

Tel./Fax: 00 55 (19) 3202-1725

E-mail: abh@iac.sp.gov.br