

**PAULO RICARDO DOS SANTOS**

**CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO E SISTEMAS DE  
PODA EM PIMENTÃO**

**R E C I F E**

**Estado de Pernambuco – Brasil**

**Fevereiro – 2014**

**PAULO RICARDO DOS SANTOS**

**Engenheiro Agrônomo**

**CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO E SISTEMAS DE  
PODA EM PIMENTÃO**

**Dissertação apresentada à Universidade  
Federal Rural de Pernambuco, para obtenção  
do título de Mestre em Agronomia, Área de  
Concentração: Melhoramento Genético de  
Plantas.**

**COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:**

Professor Dr. Dimas Menezes, Orientador – UFRPE

Professor Dr. José Luiz Sandes de Carvalho Filho, Coorientador – UFRPE

Professor Dr. Roberto de Albuquerque Melo, Coorientador - UFRPE

**R E C I F E**

**Estado de Pernambuco – Brasil**

**Fevereiro – 2014**

*Aos meus pais, Roberto Ricardo dos Santos e Silvânia Maria dos Santos; A meus irmãos Paulo Alberto dos Santos e Ana Paula dos Santos, que depositaram sua confiança em mim e que sempre estiveram ao meu lado em todas as etapas de minha vida: pessoal, acadêmica, familiar, profissional...*

*...E a todos que fizeram parte desta minha luta árdua. À familiares, amigos, professores, orientador, técnicos e estagiários desta Universidade, que dedicaram sua atenção junto a mim para o cumprimento de um sonho meu e de minha família, o que jamais apagarei esses tempos de minha memória. Tudo isso foi marcante pra mim  
então...*

*A todos*

***DEDICO***

*À DEUS, pela minha vida, por essa luz que me guia de tantas bênçãos concedidas e que me ajudam a crescer diariamente no conhecimento da Tua sabedoria.*

*À Universidade Federal Rural de Pernambuco pela oportunidade para a realização do curso de Pós-Graduação em Melhoramento Genético de Plantas.*

*Ao Departamento de Agronomia – Setor de Olericultura – por permitirem a realização deste trabalho.*

*Ao Prof. Dr. Dimas Menezes, pela orientação, confiança, ensinamentos, dedicação e, sobretudo, pela amizade fidedigna e companheirismo que juntos se fizeram o ingrediente mais formidável nessa minha etapa acadêmica.*

*Ao Prof. Dr. Paulo Vanderlei Ferreira, Pelo treinamento, confiança, conselhos, e, especialmente, por ter me feito crescer tanto na vida acadêmica como também na vida pessoal.*

*Ao pesquisador Dr. José Wilson da Silva, pela orientação, apoio constante, incentivo, ensinamentos e amizade que só me fizeram crescer. Ensinando-me coisas que irão me ajudar muito no futuro, pessoal e profissionalmente.*

*Ao Prof. Dr. José Luiz Sandes, pela orientação, apoio constante e inestimável colaboração, indispensável na concretização desse trabalho.*

*Ao Prof. Dr. Roberto de Albuquerque Melo, pela confiança, preciosa cooperação, essencial para a realização desse trabalho.*

*Ao Prof. Dr. Francisco de Oliveira, pelo apoio, ensinamentos, incentivo e amizade.*

*À pesquisadora Dra. Aldenir Alves, por sempre me apoiar, incentivo e amizade.*

*Aos professores do mestrado em Melhoramento Genético de Plantas – UFRPE, sobretudo aos Professores Edson Ferreira, Gérson Quirino, Vivian Loges e Géber Moura pelos conhecimentos transmitidos durante as disciplinas ministradas.*

*Aos amigos da Pós-Graduação, Cláudia, Támiris, Ítalo, Esmael, Fernando, João, Amaro, Paulo, Yrlânia, Sirando, Natália, Lucas, Tiago, Gustavo, Alysson, Alisson,*

*Nadielan, Vinicius, Ana Maria, Tâmara, “Celso”, “Poderoso”, Ana Luíza, “Chapadinha”, Horace, pelo apoio, colaboração, amizade e companheirismo.*

*Aos funcionários do Setor de Olericultura do DEPA/UFRPE: Luiz, “Tampinha”, Gelsino, “Seu Bil”, Jarbas, Heitor, Roberval, Sérgio, Tonho, Djalma, e em especial aos técnicos, Marcos Honório, Fabian Santana e Fernando Rocha pelo auxílio, e excelente trabalho realizado junto a esta obra, destacando a amizade e paciência.*

*A todos os amigos estagiários da equipe do Setor de Olericultura do DEPA/UFRPE: Neto, Vitor, Milka, Isabel, Jordana, Jéssica, Amanda, Erik, Pedro, Isamor, Flávio, Élida, Franciele, Felipe, Atílio, “Jesus”, Bárbara, pela colaboração na execução do trabalho e, sobretudo pelas horas de descontração, amizade, apoio e companheirismo.*

*Á Paulo Roberto que tenho como um Pai, por acreditar na minha capacidade e por sempre me incentivar a dedicar-me aos estudos.*

*A todos, enfim, o meu sincero reconhecimento pela colaboração e participação direta ou indireta neste importante trabalho.*

**AGRADEÇO**

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi

### CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO GERAL .....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	17
2.1.Importância Econômica do Pimentão .....	17
2.2.Origem e Botânica .....	18
2.3.Heterose e Híbridos de Pimentão .....	19
2.4.Melhoramento do Pimentão no Brasil.....	21
2.4.1. Histórico do Melhoramento de Pimentão no Brasil .....	21
2.4.2. Métodos de Melhoramento Genético de Pimentão.....	22
2.5.Hibridação Artificial em Pimentão.....	23
2.6.Análise e Cruzamento Dialélico .....	25
2.7.Capacidade de Combinação em Cruzamentos com Testadores .....	27
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	29

### CAPÍTULO II

#### **ANÁLISE GENÉTICA DE UM CRUZAMENTO DIALÉLICO PARCIAL EM PIMENTÃO VISANDO CARACTERES AGRONÔMICOS**

1. RESUMO .....	35
2. ABSTRACT .....	36
3. INTRODUÇÃO .....	37
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	38
4.1. Obtenção dos Híbridos Triplos .....	38
4.2. Avaliação e Condução do Experimento .....	39
4.3. Características Avaliadas.....	40
4.4. Análises Genético – Estatísticas .....	40
4.4.1. Análise de Variância dos Tratamentos .....	40
4.4.2. Estimativa de Heterose dos Híbridos Triplos .....	42
4.4.3. Análise Dialélica Parcial.....	42
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44

5.1. Análise de Variância dos Tratamentos .....	44
5.2. Avaliação da Média dos Genótipos e da Heterose dos Híbridos Triplos .....	47
5.3. Análise de Variância do Dialelo Parcial .....	53
5.4. Estimativas dos Efeitos da Capacidade Geral de Combinação (CGC).....	56
5.5. Estimativas dos eEeitos da Capacidade Específica de Combinação (CEC).59	
6. CONCLUSÕES .....	62
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	63

### **CAPÍTULO III**

#### **SISTEMAS DE PODA PARA GENÓTIPOS DE PIMENTÃO EM CULTIVO HIDROPÔNICO**

1. RESUMO .....	67
2. ABSTRACT .....	67
3. INTRODUÇÃO .....	68
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	69
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	72
6. CONCLUSÕES .....	78
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	78

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>Análise Genética de um Cruzamento Dialélico Parcial em Pimentão Visando Caracteres Agronômicos</b>	
<b>1</b> – Esquema da ANAVA em blocos ao acaso, apresentando os quadrados médios (QM) para cada um dos caracteres avaliados.....	41
<b>2</b> – Análise de variância e esperança de quadrados médios, utilizando Tratamentos (Genótipos + Testemunhas), Genótipos (Híbridos + Genitores) e Testemunhas...	41
<b>3</b> – Esquema da análise de variância do dialelo parcial com a decomposição dos quadrados médios de tratamentos em quadrados médios associados aos efeitos da capacidade combinatória, com respectivos testes de F.....	43
<b>4</b> – Quadrados médios da análise de variância de nove caracteres agronômicos de frutos em sete genitores, dez híbridos triplos e três híbridos simples de pimentão. Recife-PE, UFRPE. 2013.....	45
<b>5</b> – Valores médios de quatro caracteres agronômicos para sete genitores, dez híbridos triplos e três híbridos simples de pimentão e seu valor de heterose. Recife-PE, UFRPE 2013.....	48
<b>6</b> – Valores médios de quatro caracteres agronômicos para sete genitores, dez híbridos triplos e três híbridos simples de pimentão e seu valor de heterose. Recife-PE. 2013.....	49
<b>7</b> – Quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC) para os grupos I e II, da capacidade específica de combinação (CEC) e do resíduo para nove caracteres <sup>(1)</sup> de frutos de dez híbridos triplos de pimentão. Recife-PE, UFRPE, 2013.....	55
<b>8</b> – Estimativas da capacidade geral das linhagens (CGC Linhagens), capacidade geral de combinação dos testadores (CGC Testadores) e capacidade específica de combinação (CEC LxT) dos híbridos entre eles relativas a nove caracteres agronômicos de 17 genótipos de pimentão. Recife-PE. 2013.....	57

### **CAPÍTULO III**

#### **Sistemas de Poda para Genótipos de Pimentão em Cultivo Hidropônico**

- 1** – Quadrados médios da análise de variância de nove caracteres agronômicos de frutos em cinco linhagens, cinco híbridos triplos e cinco híbridos simples de pimentão cultivado em dois sistemas de poda, em ambiente protegido. Recife – PE, UFRPE, 2013..... 73
- 2** – Médias do diâmetro do fruto (DF), comprimento de fruto (CF), espessura de polpa (EP), massa média de frutos (MF) e produtividade precoce (PP) de 15 genótipos de pimentão cultivado em dois sistemas de poda, em ambiente protegido. Recife – PE, UFRPE, 2013..... 74
- 3** – Médias da relação diâmetro/comprimento de fruto (C/D), número de lóculos (NL), número de frutos por planta (NFP) e produtividade total (PT) de 15 genótipos de pimentão cultivado em dois sistemas de poda, em ambiente protegido. Recife – PE, UFRPE, 2013..... 77

SANTOS, Paulo Ricardo dos. **Capacidade de Combinação em Cruzamentos Dialélicos Parciais e Sistemas de Poda em Pimentão**. 2014. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas) – Pós-Graduação - UFRPE.

## RESUMO

No presente trabalho constam dois experimentos realizados com a cultura do pimentão, onde no primeiro: teve por objetivos avaliar o desempenho de híbridos triplos de pimentão, obtidos a partir do cruzamento dialélico parcial entre cinco linhagens endogâmicas com dois híbridos simples comerciais, estimar a heterose média em relação aos genitores, os efeitos da capacidade geral específica de combinação das linhagens e testadores, bem como, seus efeitos gênicos e verificar o potencial desses genótipos para extração de linhagens quanto à produtividade e qualidade de frutos. Para isso, os híbridos triplos e seus genitores foram analisados segundo o esquema dialélico parcial, sendo a análise realizada de acordo com o método 2 do modelo I de Griffing (1956), adaptado por Geraldi & Miranda Filho (1988) para dialelos parciais. Em que os genitores são incluídos na análise e o material experimental é considerado um conjunto fixo, estimando-se as capacidades geral (CGC) de linhagens, testadores e as capacidades específicas (CEC) de combinação para cada combinação entre os genitores. As características agrônômicas avaliadas foram as seguintes: diâmetro médio de frutos (DF); comprimento médio de frutos (CF); relação comprimento/diâmetro do fruto (C/D); número de lóculos do fruto (NL); espessura de polpa (EP); número de frutos por planta (NFP); massa média de frutos (MMF); produção precoce (PP); massa de frutos por planta (MFP). Foi possível detectar variabilidade genética entre os genótipos componentes do dialelo para ser explorada no melhoramento; A maioria dos híbridos triplos obtidos do cruzamento com Valdor exibiram valores positivos de heterose para os caracteres avaliados; para a maioria dos caracteres avaliados, os efeitos aditivos e não-aditivos são importantes e expressivos, mostrando o desempenho dos genótipos e sua contribuição para a produção de híbridos superiores; as linhagens L1B, L6 e L7 e o híbrido testador Valdor, destacaram-se como bons combinadores por apresentarem maior capacidade geral de combinação para a maioria dos caracteres avaliados; os híbridos triplos L1B x VAL e L7 x VAL destacam-se pelo melhor desempenho entre os genótipos avaliados, com as melhores capacidades específicas de combinação. No segundo experimento, objetivou avaliar a produtividade e características de fruto de genótipos de pimentão cultivados em ambiente protegido e hidropônico em dois

sistemas de poda. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, três repetições e tratamentos arranjados em esquemas de parcelas subdivididas. As parcelas foram compostas pelo sistema de poda (1-2-4 e 1-2-4-N) e as subparcelas pelos genótipos de pimentão. As variáveis analisadas foram diâmetro médio do fruto (DF), comprimento médio do fruto (CF), relação diâmetro/comprimento (C/D), espessura média do fruto (EP), o número médio de lóculos (NL), número de frutos por planta (NFP), massa média de frutos (MF), produtividade precoce (PP) e produtividade total (PT). A parcela experimental foi constituída por três vasos, cada um com uma planta. Os dados coletados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Skott Knott 5% de significância. Os híbridos apresentaram características agrônômicas satisfatórias, sendo os híbridos simples Valdor e o híbrido triplo L6 X VAL os mais produtivos. Os sistemas de poda interferiram no desempenho do pimentão para os caracteres relação diâmetro comprimento de fruto, número de lóculos, número de frutos por planta e produtividade total. O sistema de poda 1-2-4-N, por representar maior facilidade na condução das plantas e redução nos custos com mão-de-obra torna-se o sistema mais viável para aos produtores de pimentão.

## **CAPACITY OF COMBINATION IN DIALLELIC CROSSES AND PRUNNING SYSTEMS OF PEPPER**

### **ABSTRACT**

This present study contains two kinds of experiments performed by peppers farming, in which the first one presents as its goals: the assessment of the performance of triple hybrids of pepper, obtained from partial diallel cross between five inbred lines and two simple commercial hybrids; to estimate the average heterosis related to their parents, the effects of the specific overall capacity of the combination of lines and testers, as well as their gene effects; and to check the potential of these genotypes to extract lines in relation to their productivity and their fruits quality. For this to happen, the triple hybrids and their parents were analyzed using the partial diallel scheme, and the investigation performed according to method 2 of model 1 proposed by Griffing (1956) and adapted by Geraldi & Miranda Filho (1998) to partial diallels. That point is the place where the parents are included and the experimental material is considered a fixed

set, by estimating lines overall capacity, testers and specific capacities of combinations for each possibility of matches between the parents. The assessed agronomic features were: average fruit diameter, average fruit length, fruit length/ diameter relation, number of locules of the fruit, pulp thickness, number of fruits per plant and average fruit weight; early production, fruit weight per plant . It became possible to detect genetic variability among genotypes of the diallel to be explored in the improvement. The major part of triple hybrids obtained by crossing them to Valdor, presented positive values of heterosis for the assessed features; the additive and non-additive effects are important and significant, since they show the performance of genotypes and their contribution to superior hybrids production; the lines L1B, L6 and L7 and the tester hybrid Valdor were assessed as good combiners because they showed a better capacity of combination when matched with the majority of the assessed features; the triple hybrids L1B x VAL and L7 x VAL are noteworthy for the best performance among the assessed genotypes, with the greatest capacity of specific combination. At the second experiment, it has been analyzed the production and the genotype features of hydroponic and indoor grown peppers by two pruning systems. It has been used a randomized block design, three repetitions and split portions arranged treatments. The portions were composed by pruning system (1-2-4 and 1-2-4-N) and the split portions were constituted by pepper genotypes. The variables examined were average fruit diameter, fruit length, diameter/ length relation, average thickness of the fruit, the average number of locules, number of fruits per plant, average fruit weight, early productivity and total productivity. The experimental portion was composed by three vases, each one presenting a plant. The collected data were submitted to variance analysis and the averages were compared by using Scott-Knott test at 5%. The hybrids presented satisfying agronomic characteristics, being the simple hybrids Valdor and the triple hybrid L6 x VAL the most productive ones. The pruning systems impact the results for pepper performance at fruit diameter/ length relation, number of locules, number of fruits per plant and total productivity. The pruning system 1-2-4-N became the most viable system to local pepper farmers because it showed a better plant conduction and hand-labor cost.

Keywords: *Capsicum annuum*, heterosis, capacity of combination, hydroponic cultivation.

## **CAPÍTULO I**

---

**INTRODUÇÃO GERAL**  
**REVISÃO DE LITERATURA**

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos tem sido dada ênfase à obtenção de híbridos F1 de pimentão, que podem ser obtidos por meio do cruzamento de linhagens, resultando em plantas mais produtivas que as cultivares comerciais de polinização aberta (BLAT et al., 2007). Prova disto, é que a partir do final da década de 1980 surgiram os primeiros híbridos comerciais desenvolvidos por empresas de sementes instaladas no Brasil. Daquela época até os dias de hoje foi possível verificar um incremento substancial nas áreas de plantio com cultivares híbridas, onde de acordo com Echer (2001) é estimado um mercado de 2 milhões de dólares somente para o segmento de sementes híbridas dessa hortaliça no Brasil.

Segundo Braz (Gomide, 2003), para a maioria das características estudadas, os híbridos mostram-se, de maneira geral, mais estáveis e mais produtivos que as cultivares de polinização aberta. Desta forma, é importante que se conheça o grau de heterose manifestada nos híbridos F1, pois ela dará uma perspectiva da viabilidade de sua obtenção. Geralmente, as melhores combinações híbridas estão diretamente relacionadas com o grau de divergência genética dos parentais envolvidos (FERREIRA et al., 1995; HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1995). Porém, esta divergência não tem determinado necessariamente a máxima expressão da heterose (DUBLEY et al., 1992). Assim, a seleção de linhagens e a utilização de métodos que identifiquem as melhores combinações são etapas de grande importância.

Os estudos da capacidade combinação inserem-se neste contexto, pois possibilitam a identificação de melhores combinações híbridas. Além disso, o conhecimento do comportamento dos híbridos em relação às suas cultivares parentais permite ao melhorista escolher as melhores combinações genéticas para o caráter considerado. O conhecimento antecipado de uma boa combinação de linhagens, que dará origem a um híbrido superior, é fundamental para diminuir o trabalho e o custo do programa de melhoramento em avaliações de materiais genéticos. Em programas de melhoramento, o conhecimento dos componentes da capacidade combinatória é de relevante importância na escolha de parentais geneticamente divergentes envolvidos em esquemas de cruzamento, sobretudo quando se deseja identificar híbridos promissores e/ou, a partir deles, desenvolver linhagens superiores (ALLARD, 1971).

Entre os métodos disponíveis para avaliar a capacidade de combinação, destacam-se, pela grande utilização, os esquemas de dialelos parciais e os cruzamentos

dialélicos (CRUZ et al., 2012). Esquemas de dialelos parciais têm sido adotados, principalmente pela facilidade de execução e obtenção dos parâmetros de capacidade de combinação. Neste esquema, a capacidade de combinação é determinada pelo cruzamento entre um ou mais testadores, previamente selecionados, com um grupo de genótipos a serem avaliados. A seleção do testador ideal irá depender dos objetivos de cada programa, podendo estar fundamentada na alta ou baixa frequência de alelos favoráveis, base genética ampla ou estreita, capacidade geral ou específica de combinação, rendimento per se, número de testadores utilizados e grau de parentesco com os materiais avaliados (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1995; NASCIMENTO et al., 2010; SANTOS et al., 2001).

A produção de pimentões em ambiente protegido é uma atividade agrícola que vem se expandindo, pelo fato de ser rentável ao produtor uma vez que emprega a mão-de-obra familiar disponível e requer investimentos reduzidos. O cultivo em casa de vegetação permite que o produto seja colocado no mercado antecedendo a safra ou após seu término, conferindo ao produtor maior lucratividade que aqueles obtidos com o cultivo convencional, a céu aberto, sujeitos à maior incidência de pragas e doenças. (BARNI et al., 2003).

Os produtos hortícolas são comercializados sob padrões rígidos que visam atender os interesses dos consumidores e, da mesma forma, o mercado de pimentões também tem padrões definidos quanto ao tamanho e formato dos frutos. E nesse contexto, é necessário estudos além do desenvolvimento de novos genótipos, como técnicas agrônômicas que visem facilidade de cultivo, maior produtividade, qualidade e rentabilidade. Deste modo, o ajuste da produção num ambiente protegido está condicionado às disponibilidades de genótipos superiores, controles fitossanitários e de sistemas de condução da planta. Por sua vez, a condução da planta é dependente principalmente das práticas da poda.

A poda melhora a distribuição de seiva na planta, afetando a precocidade, fixação de flores, quantidade, tamanho e maturação de frutos, assim como melhora as condições para a aplicação de produtos, principalmente os tratamentos fitossanitários e de adubação foliar (GÓMEZ-GUILAMÓN et al., 1997).

Assim, objetivou-se neste trabalho: selecionar linhagens que possam ser utilizadas em combinações híbridas desejáveis; estimar a significância e a magnitude dos parâmetros genéticos, inferir os modos de ação gênica envolvidos na expressão dos caracteres relacionados aos frutos, identificar híbridos promissores que possam ser

utilizados em escala comercial e que atendam a um programa de melhoramento genético de pimentão no Estado de Pernambuco; avaliar a produtividade e características de fruto de genótipos de pimentão cultivados em ambiente protegido e hidropônico em dois sistemas de poda.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1.Importância Econômica do Pimentão**

O pimentão (*Capsicum annuum* L. var. *annuum*) é uma das 10 hortaliças mais importantes do mercado hortigranjeiro brasileiro, tanto em forma de frutos verdes como maduros, podendo ser estes nas colorações vermelha, amarela, marfim, laranja e roxa, sendo os verdes os mais consumidos (FILGUEIRA, 2008).

No setor agrícola brasileiro, é responsável anualmente por cerca de 13.000 ha de área cultivada, com a produção aproximadamente de 280 mil toneladas de frutos para o processamento de molhos, conservas e outras formas de preparo, responsáveis por um mercado de 3 milhões de dólares ao ano (CARVALHO et al., 2003).

A produção existe em quase todos os estados brasileiros, mas concentram-se nos estados de São Paulo e Minas Gerais que juntos plantam, aproximadamente 5.000 ha, com considerável produção de 120 mil toneladas (REIFSCHNEIDER, 2000). Somente o mercado nacional de sementes de pimentão movimenta US\$ 1,5 milhão. Dada à importância dessa hortaliça, as empresas de semente têm lançado muitos híbridos no mercado, com grandes variações quanto ao formato, tamanho e cor. Conta-se com mais de sessenta cultivares, destacando a predominância de híbridos (HENZ et al., 2007). Segundo Filgueira (2008) a produtividade média da cultura é de 40 a 60 t/ha enquanto que a produtividade em cultivo protegido chega a 180 t/ha.

No Estado de Pernambuco, os municípios de Camocim de São Félix, Bezerros, Gravatá, João Alfredo, Brejo da Madre de Deus, Ibimirim, Chã Grande, Sairé e São Joaquim do Monte são os principais fornecedores de pimentão à Central de Abastecimentos (CEASA-PE) de Recife (CEASA-PE, 2012). Inexistem informações sobre a quantidade de pimentão comercializada na CEASA-PE, mas na Central de Abastecimentos de São Paulo (CEAGESP) foram comercializadas 50.308 ton em 2012 e 29.291 ton até o mês de julho de 2013 (AGRIANUAL, 2013).

## 2.2. Origem e Botânica

A espécie botânica *Capsicum annuum* L. var. *annuum* é uma solanácea perene, porém, é cultivada como planta anual. É de origem americana, ocorrendo formas silvestres desde o sul dos Estados Unidos até o norte do Chile. Segundo Filgueira (2008), séculos antes da colonização espanhola, o pimentão e a pimenta já eram cultivados e consumidos pelos indígenas. O pimentão foi introduzido na Espanha em 1493, expandindo-se, ao longo do século XVI, para outras nações da Europa, Ásia e África.

O pimentão é uma planta diplóide com  $2n = 2x = 24$  cromossomos, arbustiva, com caule semilenhoso, podendo ultrapassar um metro de altura, havendo pouco desenvolvimento lateral. Suporta uma carga leve de frutos, porém exige tutoramento quando a produtividade é elevada (FILGUEIRA, 2008; MENDES, 2009).

As flores do pimentão são perfeitas, pequenas e isoladas favorecendo a autopolinização. Trata-se de uma planta predominantemente autógama, mas pode ocorrer alta taxa de alogamia devido a polimorfismo floral, como a presença de estilete bastante extenso e, sobretudo, por polinização entomófila, conduzindo taxa de cruzamento de até 36% dependendo da região. A corola tem 15 mm de diâmetro e, possui em média, seis anteras tubulares não soldadas apresentando deiscência lateral (FREE, 1993). De acordo com Silva et al. (2005), o estigma apresenta-se visivelmente receptivo, no início da manhã, permanecendo nesse estado até o início da tarde. E a autopolinização se dá preferencialmente pela manhã na antese da flor, quando o pólen é liberado e o estigma torna-se receptivo.

O fruto é uma baga oca, de formato alongado cônico apresentando três lóculos, ou cúbico, com quatro lóculos. A coloração varia entre verde, quando colhido antes do amadurecimento, e vermelha, roxo, amarela ou laranja quando colhido em estágio de completo amadurecimento. O pericarpo espessado constitui a parte utilizável para consumo. No mercado, os frutos de coloração verde e vermelha, são mais aceitos, embora aqueles de cor laranja, amarelo e até roxo, mais exóticos, têm alcançado bons preços, devido à excentricidade. O pimentão não tem sabor picante – característico das diversas pimentas do gênero *Capsicum* – devido à ausência do alcalóide capscicina (nome relacionado ao gênero). Entretanto, em culturas de pimentão e pimenta conduzidas próximas uma das outras podem ocorrer polinização cruzada, resultando em

pimentões apresentando pungência indesejável (SILVA et al., 1999; LIBÂNIO, 2000; FILGUEIRA, 2008;).

Os frutos são consumidos verdes ou maduros, no entanto o consumo de frutos verdes é bem mais expressivo, em torno de 80% do total comercializados (OLIVEIRA et al., 2003). O mercado brasileiro prefere pimentões cônicos, grandes e de cor verde-escuro, porém a região Norte e Nordeste a preferência é por formato quadrado ou retangular.

### **2.3.Heterose e Híbridos de Pimentão**

O fenômeno de heterose em plantas tem sido utilizado na agricultura, constituindo-se como um eficiente recurso para o aumento da produtividade agrícola. É em geral o termo utilizado para descrever o aumento (heterose positiva) ou diminuição (heterose negativa) em tamanho, vigor, crescimento, rendimento, etc., em híbridos (BORÉM & MIRANDA, 2009).

A heterose é mensurado pela diferença entre os valores médios da geração  $F_1$  e dos progenitores, sendo o resultado expresso em porcentagem, considerando o valor médio dos progenitores igual a 100. Do ponto de vista aplicado, a heterose pode ser medida em relação ao genitor superior (heterobeltiose) ou em relação a uma cultivar comercial (heterose padrão) (PATERNIANI et al., 2002).

Segundo Falconer (1987) e Bernardo (2003), a quantidade de heterose produzida em um cruzamento entre dois genitores depende da diferença de frequência gênica entre os mesmos para os loci envolvidos na expressão de uma determinada característica, portanto, se não houver diferença, não haverá heterose. Se a diferença existir em mais de um loco, os valores individuais de cada um desses loci se combinaram aditivamente e a heterose produzida poderá ser representada pelo efeito conjunto de todos os loci como a soma de suas contribuições separadas. Para que ocorra heterose é necessário que exista dominância. Se alguns loci forem dominantes em uma direção e outros em outra, seus efeitos tenderão a se cancelar e nenhuma heterose poderá ser observada, apesar da dominância nos loci individuais.

Para Fher (1987), as hipóteses que explicam a heterose são a de dominância (parcial ou completa) e a de sobredominância (atribuída ao fato do valor do heterozigoto ser maior que do homozigoto). No primeiro caso, a explicação para a heterose estaria na acumulação de alelos dominantes favoráveis em diferentes loci e, no segundo caso, uma

interação entre diferentes alelos de maneira que o resultado final favoreça a condição heterozigota, corroborados por Paterniani et al. (2002).

Acreditava-se que a heterose era importante apenas para as espécies de plantas alógamas. No entanto, heterose significativa e economicamente viável tem sido explorada atualmente também em espécies autógammas (HOLLAND, 2001). Em hortaliças, ela tem sido explorada tanto em espécies alógamas (melão, melancia, abóbora, pepino, couve-flor, brócolis, repolho, cenoura e cebola) quanto em autógammas (tomate, pimentão e berinjela) (MIRANDA, 1987).

Segundo Ikuta & Venkovsky (1970), o pimentão apresenta vigor de híbrido e que, portanto, é possível produzir híbridos mais produtivos do que cultivares de polinização aberta.

A prioridade pela utilização de cultivares híbridas cogita a existência e a importância da presença de heterose significativa para os principais caracteres sob seleção no pimentão, como a produtividade e a qualidade dos frutos. A produtividade, por sua vez, depende de vários outros atributos, como produção de frutos por planta, peso médio dos frutos, tamanho dos frutos (comprimento e largura), espessura da polpa, altura da planta, volume do sistema radicular, número e disposição das folhas, resistência e ou tolerância a fatores bióticos e abióticos (MALUF, 2001).

Para Cruz et al. (2012), o desempenho médio dos híbridos é o parâmetro de maior interesse quando de sua obtenção. Os fatores genéticos que determinam esse desempenho envolvem desvios de dominância dos caracteres, diferenças de frequências alélicas entre os genitores, efeitos gênicos de natureza aditiva, além dos efeitos epistáticos (FALCONER & MACKAY, 1996). Nesse sentido, a hibridação de genitores divergentes tem permitido um maior efeito heterótico nas combinações híbridas, devido às diferenças de frequências alélicas entre os pais e ao fenômeno de complementação gênica que, por sua vez, está associado à heterose e à capacidade específica de combinação (GHADERI et al., 1984).

Schrader (1953) foi o primeiro a testar híbridos  $F_1$  de pimentão no Brasil, encontrando heterose em apenas dois dos vários híbridos testados. Entretanto, a magnitude dessa heterose encontrada era economicamente inviável. Em trabalho realizado fora do país, Ciklew (1966) encontrou valores positivos de heterose para produção total de frutos (14%) e produção precoce de frutos (108%). Por outro lado, Braz (1982) encontrou heterose de 7,4% a 30% para peso total de frutos/ha, em relação ao pai superior e de 19% a 35,4% em relação à média dos pais.

O trabalho de Miranda (1987), no entanto, foi o marco decisivo na comprovação da existência de heterose economicamente viável em combinações híbridas para esta espécie no Brasil. Este pesquisador demonstrou que o desenvolvimento de híbridos comerciais é o método mais rápido e eficaz de melhoramento de pimentão.

Segundo Miranda (1987), o pimentão apresenta elevados valores de heterose, para produção total de frutos por planta (54,7%) número total de frutos por planta (30,8%), produção precoce - peso dos frutos (109,2%), produção precoce-número de frutos (70,7%) e peso médio dos frutos amostrados (52,9%). Ainda, o mesmo autor ressalta que os híbridos apresentaram rendimentos que variaram de 12,4% a 77,9% mais do que a cultivar padrão. Para diversos caracteres de importância agrônômica em pimentão, Ahmed & Hurra (2000) verificaram existência de heterobeltiose para altura de planta (43,31%), produção total de frutos (174,72%), número de frutos por planta (71,73%), peso médio de frutos (74,64%), comprimento de frutos (29,03%), diâmetro de frutos (24,94) e espessura do pericarpo (35,29%).

Outros trabalhos desenvolvidos, tanto no Brasil quanto fora, relatam a presença de heterose significativa em pimentão, em geral para os caracteres produção total e precoce, massa média de frutos, comprimento e largura de frutos, entre outros caracteres importantes (GALVEAS, 1988; MIRANDA et al. 1988; MALUF et al. 1999; NASCIMENTO et al. 2010).

As vantagens na utilização de híbridos de pimentão estão fundamentadas na combinação de diferentes caracteres qualitativos e quantitativos, como, por exemplo, a reunião, no híbrido, de genes de resistência às diferentes doenças que se encontram separados nos genitores envolvidos, o que propicia uma maior homeostase e a possibilidade de exploração da heterose para caracteres importantes, como produtividade e qualidade do produto final.

## **2.4.Melhoramento do Pimentão no Brasil**

### **2.4.1. Histórico do Melhoramento de Pimentão no Brasil**

Cultivo de pimentão em escala comercial no Brasil começou por volta de 1920 em Mogi das Cruzes através de um agricultor de nome Carlos Junger, que utilizava uma cultivar de origem espanhola. Essa foi cultivada ali intensamente entre 1920 e 1950, donde se espalhou por outras regiões de São Paulo (Guapiara, Campinas) e para a

Baixada Fluminense. Nessas regiões foi provavelmente sofrendo seleções por parte de agricultores: no Rio de Janeiro (*Moura & Avelar*); em Guapiara (*Casca Dura* ou *Casca Grossa*); em Campinas (*Ikeda & Takahaski*) (MELO, 1997).

Até o início da década de 1970, produtores de pimentão do Centro Sul que cultivavam pimentão especialmente o Califórnia Wonder, sofriam por uma virose denominada "mosaico do pimentão" (estirpes de *potyvirus*). No início da década de 1960, Hiroshi Nagai iniciou no IAC um projeto visando: localizar fontes de resistência; combinar resistência à *potyvirus* em cultivar de características desejáveis; e prevenir a "quebra" da resistência, através da caracterização de estirpes do patógeno e de genótipos que conferissem resistência (NAGAI, 1983).

Em todo trabalho, Nagai (1993) conseguiu identificar várias fontes de resistência a estirpes de vírus em cultivar locais de frutos cônicos: Casca Dura, Ikeda, Avelar, Moura (todas de frutos cônicos). Essas cultivares substituiu em pouco tempo todas as de frutos quadrados (tipo Califórnia Wonder).

Através de cruzamentos seguidos de seleções para resistência a estirpes de PVY, H. Nagai lançou a série Agrônômico, da qual a cultivar Agrônômico 10 G passou a ser durante muitos anos (até meados da década de 1980) a principal cultivar no Sul do país (NAGAI, 1993).

#### **2.4.2. Métodos de Melhoramento Genético de Pimentão**

Devido ao agronegócio do pimentão estar crescendo, existe demanda por novas cultivares com maior produtividade, qualidade e resistência às doenças. A obtenção dessas novas cultivares está baseada na variabilidade genética dos acessos mantidos nas coleções de germoplasma de *Capsicum spp.* (CARVALHO et al., 2003).

Com isso, os programas de melhoramento genético têm explorado a diversidade genética de *Capsicum spp.*, principalmente das espécies domesticadas, ou seja: *C. annum*, *C. chinense* *C. baccatum*, *C. frutescens*. Dentre as cultivares desenvolvidas para o mercado existem: híbridos, linhagens e populações de polinização aberta. As principais características, alvo dos programas de melhoramento são: produtividade, arquitetura da planta, precocidade, resistência a doenças e exploração de heterose em híbridos F<sub>1</sub>. Paralelamente, são realizadas avaliações para coloração verde escura (quando frutos imaturos), sabor, aroma, formato e tamanho de fruto, e espessura da polpa (REIFSCHNEIDER, 2000).

Os principais métodos de melhoramento genético utilizados são a seleção recorrente, e a produção de híbridos. A seleção recorrente é adotada, principalmente para incorporar resistência múltipla às doenças. Como forma de condução dos genótipos dentro dos métodos de melhoramento mencionados acima, são adotadas estratégias de SSD (“*single seed descent*”), “*bulk*” e retrocruzamentos (REIFSCHNEIDER, 2000).

Na obtenção de híbridos F<sub>1</sub> de pimentão, têm-se algumas dificuldades, tais como, a produção da semente híbrida a baixo custo e escolha das melhores combinações híbridas. Necessário se faz verificar qual a melhor combinação dos parentais, isto pode ser feito, através da: média dos parentais (competição de cultivares), pois há uma correlação entre a média das cultivares parentais e a média do híbrido entre elas, de acordo com o grau de parentesco envolvido (progenitores vs. descendentes), isto é, devido à covariância dos parentes; a divergência genética entre cultivares parentais, pois se dado cruzamento entre duas cultivares parentais mostrar significância para heterose, pode-se concluir que essas cultivares são geneticamente mais diversas do que outras cultivares que manifestam pouca ou nenhuma heterose em seus cruzamentos; e técnica de cruzamentos dialélicos, “*topcross*” e outros (MALUF et al., 1982; MIRANDA, 1987).

## **2.5.Hibridação Artificial em Pimentão**

A hibridação é a união de gametas de dois genitores geneticamente distintos, que resultam em indivíduos híbridos heterozigóticos, por meio natural ou artificial. A hibridação é uma das maneiras mais eficientes de explorar a variabilidade genética existente em muitas espécies. Sua importância está na obtenção de heterose em híbridos F<sub>1</sub>, reunindo características desejáveis de ambos os pais, tais como, genes de resistências às doenças, que se encontra em genitores diferentes. A hibridação artificial envolve procedimentos de emasculação, polinização manual e cuidados pós-polinização (GODOY et al.,2006).

A utilização comercial de híbridos de pimentão pelos produtores tem sido importante fator para incremento da produtividade, sendo uma maneira rápida e eficiente para aumentar a produção e melhorar a qualidade dos frutos (MIRANDA, 1987). A principal diferença entre híbridos e as cultivares de polinização aberta devem-se, sobretudo, ao efeito heterótico expresso nos caracteres que interfere diretamente na produtividade e qualidade de frutos. Além disso, pode-se obter resistência para

múltiplas doenças mais facilmente em híbridos do que nas cultivares utilizadas tradicionalmente, além de padronização e uniformidade no produto final (NASCIMENTO et al., 2004).

As hibridações e autofecundações são manuais e as flores protegidas com papel alumínio. Os híbridos comerciais são obtidos por emasculação manual e utilização de linhagens com macho-esterilidade genética e citoplasmática. As linhagens com macho-esterilidade genética foram obtidas por mutantes de ocorrência espontânea, enquanto que a citoplasmática proveio de linhagens identificadas por Peterson em 1958 (GREENLEAF, 1986).

Em pimentão as flores são hermafroditas e, geralmente, ocorre a autofecundação natural, porém alguma polinização cruzada pode ocorrer entre e dentro da mesma cultivar ou de duas espécies, feita, muitas vezes, por insetos. Apesar da predominância da autofecundação natural, híbridos comerciais têm sido tradicionalmente desenvolvidos por hibridação de variedades nos últimos 15 anos e alcançado prestígio comercial (MALUF, 2001).

A macho esterilidade genética e a macho esterilidade citoplasmática são mecanismos estudados e usados para a produção de sementes híbridas, porém a utilização de emasculação e polinização manual em larga escala na produção de híbridos ainda predomina (SHIFRISS, 1995).

A produção de sementes híbridas em solanáceas envolve a polinização manual de flores da linhagem feminina com pólen extraído de flores da linhagem masculina. As flores na linha feminina são primeiramente emasculadas durante seu estágio de botão em preparação para a polinização manual. Esse processo envolve a remoção completa de suas anteras e é feito em uma operação separada antes da aplicação de pólen em seu estigma (GEORGE, 1999).

Segundo Marcelis & Hofmanejjer (1997), a receptividade do estigma ocorre um dia antes da antese até dois dias depois, totalizando quatro dias. No mesmo dia ou um dia após ser realizada a emasculação procede-se à polinização com o pólen previamente coletado em flores maduras, sendo que essa coleta tem maior rendimento quanto se utilizado um vibrador elétrico. Após a polinização, a flor polinizada deve ser identificada com etiqueta e coberta com saco de papel ou papel alumínio para impedir a ação de insetos transportando pólen contaminante. Por volta dos 60 dias após a polinização manual o fruto deve ser colhido e suas sementes extraídas para serem

utilizadas comercialmente ou em novos ciclos de seleção e novos cruzamentos (MALUF, 1994).

Segundo Godoy et al. (2006), o melhor momento para polinização artificial na produção de sementes é logo após a emasculação e no dia seguinte (dia da antese), não diferindo da polinização natural.

## **2.6. Análise e Cruzamento Dialélico**

O termo dialelo tem sido utilizado para expressar um conjunto de  $p(p-1)/2$  híbridos resultantes do cruzamento entre  $p$  genitores (linhagens, variedades, clones, etc.), podendo-se incluir, além dos pais, os híbridos recíprocos, ou outras gerações relacionadas, tais como  $F_2$  e retrocruzamentos (CRUZ et al., 2012). O conceito, porém, de cruzamentos dialélicos foi apresentado por Hayman (1954) e Griffing (1956) e representa uma técnica muito importante para o melhoramento de plantas, uma vez que possibilita a recombinação da variabilidade disponível, permitindo a obtenção de novos genótipos.

A análise de cruzamentos dialélicos é um método comumente utilizado na investigação de caracteres quantitativos no melhoramento vegetal. Sua utilização tem origem a partir do desenvolvimento dos conceitos de capacidade geral (CGC) e específica de combinação (CEC), estabelecidos por Sprague & Tatum (1942).

Existem vários tipos de dialelos para serem utilizados em plantas, mas alguns desses modelos têm tido sua utilização restrita para algumas espécies, em razão das dificuldades de se realizar todos os cruzamentos possíveis entre os genitores disponíveis para se obter as estimativas necessárias (HOLLAND, 2001).

Especialmente em plantas autógamas, modelos alternativos de cruzamentos dialélicos, como os dialelos parciais, têm possibilitado maximizar as informações sobre os grupos estudados com um número menor de cruzamentos do que os requeridos no dialelo completo (BERNARDO, 2003).

O método de Griffing (1956) foi desenvolvido para avaliar a CGC e a CEC dos genótipos provenientes de cruzamentos dialélicos. O método experimental pode variar se as linhagens genitoras ou os cruzamentos recíprocos são incluídos, apresentando quatro possíveis métodos experimentais, onde cada método requer uma forma diferente de análise. No método 1 são incluídos os genitores, um grupo de híbridos  $F_1$ 's e seus recíprocos (todas as  $p^2$  combinações); o método 2 inclui os genitores e os híbridos  $F_1$ 's,

sem os recíprocos ( $[p(p+1)]/2$  combinações); no método 3 consideram-se os híbridos  $F_1$ 's e seus recíprocos, sem os genitores ( $[p(p+1)]$  combinações); e, no método 4, são incluídos somente os híbridos  $F_1$ 's, sem recíprocos e genitores ( $[p(p-1)]/2$  combinações).

Com relação à maneira de obter a amostra de genitores, Griffing (1956) dividiu em duas classes de modelo onde, no modelo I (fixo), os genitores são deliberadamente escolhidos, permitindo estimar os efeitos da capacidade de combinação e obter erros padrões apropriados para as diferenças entre efeitos. No modelo II (aleatório), as linhagens parentais são consideradas como sendo uma amostra ao acaso de alguma população, permitindo estimar os componentes genéticos e ambientais da variância da população. No entanto, quando o pesquisador tem interesse em cruzar um conjunto de materiais com um ou mais testadores, deve utilizar o cruzamento dialélico parcial que é como um delineamento genético fatorial que permite o cruzamento entre grupos e não dentro de grupos (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992; MIRANDA FILHO & GORGULHO, 2001). Esta forma de cruzamento se baseia no método dois e modelo I proposto por Griffing (1956), onde os genitores e híbridos  $F_1$ 's são incluídos na análise e o material experimental é considerado um conjunto fixo de linhagens e foi adaptado por Geraldi & Miranda Filho (1988). Nesse modelo adaptado, faz-se o desdobramento da soma de quadrado dos tratamentos em soma de quadrados para capacidade geral de combinação dos grupos um e dois (CGC) e para capacidade específica de combinação (CEC).

Em plantas autógamas, quando se busca a exploração de híbridos, os genitores sob análise são normalmente avaliados segundo um modelo fixo e as conclusões dizem respeito ao grupo de genitores considerados. Em híbridos de pimentão, tem sido verificado que tanto os efeitos gênicos aditivos quanto os não-aditivos (interações do tipo dominância e ou epistasia) são importantes no desempenho médio dos principais caracteres. Por isso, o comportamento "*per se*" de uma linhagem não fornece informação suficiente para prever seu comportamento em combinação híbrida (BARBIN, 1993).

Nos programas de melhoramento, são sintetizados um grande número de linhagens, e devido à importância e dificuldade do processo de avaliação desses materiais, a utilização de testadores por meio de cruzamentos *topcrosses* é muito aceita. Os *topcrosses* possibilitam a avaliação do desempenho das linhagens ao cruzá-las com um testador comum.

Gomide et al. (2003), com o objetivo de avaliar a capacidade combinatória de linhagens elite de pimentão utilizando um cruzamento dialélico parcial com dois testadores, concluíram que a linhagem genitora do grupo II L-004 apresentou maior valor positivo de CGC para produção precoce, produção total e massa média de fruto. Para as características produção total e massa média do fruto, as linhagens L-004 e L-06 apresentaram frequências semelhantes a alelos dominantes. Em geral, a produção precoce foi condicionada, predominantemente, por alelos recessivos, com a dominância no sentido de diminuir a média dos híbridos.

## **2.7. Capacidade de Combinação em Cruzamentos com Testadores**

Os esquemas dialélicos de cruzamento tem seu lugar no melhoramento e logicamente são essenciais quando se quer conhecer o comportamento de todos os híbridos possíveis, de um conjunto de materiais parentais. Em muitas situações, no entanto, eles são desnecessários e mesmo não compatíveis com os interesses do pesquisador. Segundo Cruz & Regazzi (2012), cruzam-se um conjunto de materiais com um ou mais testadores. O modelo é encarado como um dialélico parcial, com mais propriedade, como um delineamento genético fatorial e que também permite avaliar as capacidades geral e específica de combinação. Neste caso teremos um esquema fatorial quando utilizarmos dois ou mais testadores cruzados com um conjunto de materiais.

O valor de uma linhagem está associado à sua capacidade de produzir bons híbridos e de permitir a produção de quantidade economicamente viável de sementes. Assim, a escolha e utilização das linhagens corretas implicam na possibilidade de máxima exploração da heterose, resultando em desempenhos superiores dos híbridos e proporcionando resistência às principais doenças (GOMIDE et al., 2003).

Normalmente, para a obtenção de linhagens elites são realizados diversos ciclos de autofecundação, seguidos de seleção visual e avaliações em cruzamentos. Dentre as muitas linhagens obtidas, Hallauer & Miranda Filho (1995) citam que menos de 1% são efetivamente utilizadas como híbridos comerciais, podendo então ser consideradas elites. Para o processo de avaliação e determinação do potencial das linhagens em cruzamentos foram desenvolvidas diversas metodologias, que se fundamentam nos conceitos de capacidade geral de combinação (CGC) e de capacidade específica de combinação (CEC).

A CGC refere-se ao comportamento médio de cada genitor quando em cruzamento com os demais genitores, estando principalmente associada aos efeitos aditivos e epistáticos do tipo aditivo. As linhagens com boa CGC apresentam maior frequência de alelos favoráveis, resultando em melhor desempenho individual da linhagem devido aos efeitos aditivos da mesma, sendo ainda influenciada, em parte, pelos efeitos de dominância (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

A CEC está associada a uma combinação particular entre dois genitores, cujo desempenho está acima ou abaixo do esperado com base apenas na CGC dos genitores, estando associada aos efeitos de dominância e epistáticos que incluem a dominância (CRUZ & VENCOVSKY, 1989). Portanto, CEC é o desvio do desempenho médio de uma combinação particular em relação à média dos parentais envolvidos no cruzamento (FALCONER, 1987).

As combinações híbridas mais promissoras serão aquelas com as melhores estimativas de CEC ( $\hat{\sigma}_{ii}$ ) e que seja resultante de cruzamentos em que pelo menos um dos parentais apresente elevada estimativa de CGC ( $\hat{g}_i$ ) (CRUZ et al., 2012). Por isto, apenas elevadas estimativas de CGC, nem sempre garantem a melhor combinação do dialelo (CRUZ & VENCOVSKY, 1989). Assim, os métodos de dialelos baseados nos conceitos de CGC e CEC são os mais promissores na caracterização de linhagens para a obtenção de híbridos, sendo úteis para estudos de resistência às doenças, identificação de fontes de resistência para o melhoramento e caracterização de grupos heteróticos entre populações (MIRANDA FILHO & GORGULHO, 2001).

Os conceitos de CGC e CEC deram novo enfoque aos critérios para a escolha do testador. A seleção de bons testadores é muito importante nos trabalhos de melhoramento, devendo ser realizada considerando: o tipo de base genética do genitor (ampla ou estreita); a frequência de alelos favoráveis (alta ou baixa); a capacidade de combinação (geral ou específica); o rendimento *per se* (alto ou baixo); o número de testadores utilizados e o grau de parentesco com o material avaliado.

Um bom testador é aquele que combina simplicidade de uso; provê o máximo de informações do desempenho das linhagens, inclusive quando são testadas em outras combinações ou ambientes; classifica corretamente o rendimento relativo das linhagens e discrimina eficientemente os genótipos testados, maximizando o ganho genético (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992; HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1995). Contudo, independente do testador utilizado, linhagens úteis poderão ser eliminadas, devido ao fato de não apresentarem boa capacidade de combinação com os testadores.

Desde a adoção dos testadores como ferramenta de avaliação, estudos teóricos e experimentais têm sido registrados sobre sua base genética, número e eficiência, além e correlações entre desempenhos de linhagens avaliadas por diferentes tipos de testadores. Estes estudos auxiliam na escolha de testadores, mas não têm fornecido respostas satisfatórias a todas as questões, e a escolha pelo melhor testador acaba ocorrendo segundo as preferências peculiares de cada pesquisador (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1995).

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL - **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP. Informa Economics South América, 2013. 408p.
- AHMED, N.; HURRA, M. **Heterosis studies for fruit yield and some economic characters in sweet peppers (*Capsicum annuum* L.)**. Capsicum and Eggplant Newsletter, Grugliasco, n. 19, 2000. 74-77p.
- ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 381p.
- BARBIN, D. **Componentes de variância: teoria e aplicações**. 2. ed. rev. e amp. Piracicaba, 1993. 120 p.
- BARNI, V.; BARNI, N. A.; SILVEIRA, J. R. P. Meloeiro em estufa: duas hastes é o melhor sistema de condução. **Ciência Rural**, v. 33, n. 6, nov-dez, 2003. 1039-1043p.
- BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in plants**. Woodbury: Stemma Press, 2003. 369p.
- BLAT, S. F.; BRAZ, L. T.; ARRUDA, A. S. Avaliação de híbridos duplos de pimentão. **Horticultura brasileira**, v. 25, n. 3, jul.-set. 2007. 350-354p.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2009. 547p.
- BRAZ, L.T. **Avaliação de caracteres agronômicos e quantitativos de três cultivares de pimentão (*Capsicum annuum* L.) e da heterose em seus híbridos F1**. Viçosa: UFV, 1982. 75p. (Dissertação de Mestrado).
- CARVALHO, S.I.C.; BIANCHETTI, L.B.; HENZ, G.P. **Germplasm collection of *Capsicum* spp. maintained by Embrapa Hortaliças (CNPQ)**. Capsicum and Eggplant Newsletter, v.22, 2003. 17-20p.
- CEASA-PE. **Calendário de comercialização**. Recife: Central de Abastecimento Alimentar de Pernambuco, 2012. Disponível em: <[http://www.ceasape.org.br/calend\\_municipios.php](http://www.ceasape.org.br/calend_municipios.php)>. Acesso em: 01 Out. 2012.

CIKLEW, G. A comparative study of large fruited varieties of red pepper in the Sandanski-Petric area. *Gardin. Lozar Nauk. Horticulture. Viticulture. Resumo em Plant Breeding*, v.37, 1966. 227-232p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4.ed. Viçosa: UFV, 2012. 480p

CRUZ, C. D.; VENCOVSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, n.2, jun. 1989. 425- 438p.

DUDLEY, J. W.; SAGHAI MAROOF, M. A.; RUFENER, G. K. Molecular marker information and selection of parents in corn breeding programs. **Crop Science**, Madison, v. 32, 1992. 301-304p.

ECHER, M. M. **Reação de pimentão (*Capsicum annuum* L.) a *Phytophthora capsicie* *Potato vírus Y* (PVYm)**. ESALQ, Piracicaba SP, 2001. 62p. (Tese de Doutorado).

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa MG, UFV, 1987. 279p.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4.ed. Essex: Lonman Group, 1996. 464p.

FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C.; SANTOS, M. X.; RAMALHO, M. A. P. Métodos de avaliação da divergência genética em milho e suas relações com os cruzamentos dialélicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 9, p., set. 1995. 1189-1194p.

FHER, W.R. **Principles of cultivar development. Theore and technique**. New York, Macmillian Publications, 1987. v.1, 736p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura. “Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças”**. Viçosa, ed. UFV, 2008. 242 p.

FREE, J.B. **Insect pollination of crops**. Londres: Academic Press, 1993. 684p.

GALVEAS, P.A.O. **Características agronômicas de sete cultivares de pimentão (*Capsicum annuum* L.) e Heterose dos seus híbridos F1**. Viçosa, 1988. 83p. (Dissertação de Mestrado).

GEORGE, R.A.T. **Vegetable seed production**. London: CABI Publishing, 2.ed. 1999. 219p.

GERALDI, I.O.; MIRANDA FILHO, J.B. Adapted models for the analysis of combining ability of varieties in partial diallel crosses. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.11, n.2, 1988. 419-430p.

GHADERI, A.; ADAMS, M.W.; NASSIB, A.M. Relationship between genetic distance and heterosis for yield and morphological traits in dry edible bean. **Crop Science**, v.24, n.1, 1984. 37-42p.

GODOY, M. C.; GODOY, A. R.; CARDOSO, A. I. I. Influencia do estágio de maturação da flor na produção de sementes de pimentão com polinização manual. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, 2006. 83-87p.

- GOMEZ-GUILAMÓN, M.L.; FLORES, R.C.; GONZALES-FERNANDEZ, J.J. El **melon in invernadero**. In: Vallesspir, A.N. *Melones*. Barcelona: Ediciones de Horticultura, 1997. 67- 77p.
- GOMIDE, M. L.; MALUF, W. R.; GOMES, L. A. A. Heterose e capacidade de combinatória de linhagens de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 5, set./out. 2003. 1007-1015p.
- GREENLEAF, W.H. Pepper Breeding. In: BASSET, M.J. **Breeding vegetable crops**. Westport. Connecticut, 1986. Cap. 3. 69- 127p.
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallell crossing systems. **Australian Journal of Biological Science**, East Melbourne, v. 9, 1956. 463-493p.
- HALLAEUR, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative Genetics in Maize Breeding**. 2.ed. Ames: Iowa State University Press, 1995. 468p.
- HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics**, v.39, 1954. 789-809p.
- HENZ, G. P; COSTA, C. S. R. da; CARVALHO, S; BANCI, C. A. **Negócio rentável. Caderno Técnico da edição da Cultivar HF**, n. 42, 2007. 1-7p.
- HOLLAND, J. B. Epistasis and plant breeding. **Plant Breeding Reviews**, New York, v. 21, 2001. 21-92p.
- IKUTA, H.; VENCOSKY, R. **Ensaio de híbridos F1 de variedades de pimentão resistentes a viroses**. Piracicaba: ESALQ, Depto. Genética, 1970. 62-64p. (Relatório científico, 4).
- LIBÂNIO, R. A. **Obtenção de híbridos de pimentão com resistência a nematóides de galhas *Meloidogyne incognita***. Lavras: UFLA, MG. 2005. 59 p. (Dissertação de Mestrado).
- MALUF, W. R. **Heterose e emprego de híbridos F1 em hortaliças**. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, (Ed.). Recursos genéticos e melhoramento de plantas. Rondonópolis: Função MT, 2001. 327-355p.
- MALUF, W. R. **Melhoramento genético de hortaliças**. Escola Superior de Agricultura de Lavras. Lavras, 1994. 01-16p.
- MALUF, W. R.; BLANK, A. F.; GOMES, L. A. A. Teste precoce da capacidade combinatória de linhagens de pimentão (*Capsicum annuum* L.) para característica de frutos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 1, jan./mar. 1999. 152-160p.
- MALUF, W.R.; MIRANDA, J.E.C. de; CORDEIRO, C.M.C. Correlações entre médias de híbridos F1 e médias parentais em tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, ed.17 v.8, Agosto, 1982. 1171p.
- MARCELIS, L. F. M.; HOFMAN-EIJER, L. R. B. Effects of seed number on competition and dominance among fruits in *Capsicum annuum* L. **Annals of Botany**, London, v.79, n.6, 1997. 687-693p.

- MELO, A. M. T. **Análise genética de caracteres de frutos em híbridos de pimentão**. ESALQ, Piracicaba SP, 1997. 112p. (Tese de Doutorado).
- MENDES, A. Q. **Divergência genética e capacidade de combinação em linhagens de pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. UFRPE, Recife, PE. 2009. 7p. (Dissertação de Mestrado)
- MIRANDA FILHO, J.B.; GORGULHO, E.P. **Cruzamentos com testadores e dialelos**. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.; VALADARES, M.C. (Ed.) Recursos genéticos e melhoramento: plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p.650-671p.
- MIRANDA FILHO, J. B.; VIÉGAS, G. P. Milho híbrido. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. (Eds.). **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 122-201.
- MIRANDA, J. E. C.; COSTA, C. P.; CRUZ, C. D. Análise dialélica em pimentão. I Capacidade combinatória. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 11, n. 2, jun. 1988. 431-440p.
- MIRANDA, J.E.C. de. **Análise genética de um cruzamento dialélico em pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. ESALQ, Piracicaba, SP 1987. 159p. (Tese de Doutorado).
- NAGAI, H. Melhoramento de pimentão (*Capsicum annuum* L.) visando resistência ao vírus Y. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 1, 1983. 3-9p.
- NAGAI, H. **Pimentão, pimenta-doce e pimentas**. In: FURLANI, A. M. C.; VIÉGAS, G. P. (Ed.). O melhoramento de plantas no Instituto Agrônômico. Campinas: IAC, 1993. v. 1, 276-294p.
- NASCIMENTO, I. R.; MALUF, W. R.; GONÇALVES, L. D.; FARIA, M. V.; VALLE, L. A. C.; MENEZES, C. B.; BENITES, F. R. G. Capacidade combinatória e ação gênica na expressão de caracteres de importância econômica em pimentão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 2, , mar./abr. 2004. 251-260p.
- NASCIMENTO, I. R.; MALUF, W. R.; FARIA, M. V.; VALLE, L. A. C.; RESENDE, J.D.; NOGUEIRA, D. W. Capacidade combinatória de linhagens de pimentão a partir de análise dialélica multivariada. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 2, 2010. 235-240p.
- OLIVEIRA, R. M. B.; OLIVEIRA, F. A.; VIANA, J. S.; MOURA, F. M.; SANTOS, C. G. Manejo da irrigação e da adubação nitrogenada sobre a qualidade dos frutos do pimentão em condições controladas. **Horticultura Brasileira, Brasília**, v. 21, n. 2, 2003. 376-377p.
- PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; DUDIENAS, C.; SAWAZAKI, E.; LUDERS, R. R. Variabilidade genética de híbridos triplos de milho para resistência à ferrugem tropical. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.1, 2002. 63-69p.
- REIFSCHNEIDER, F.J.B. (Ed.). ***Capsicum* , pimentas e pimentões no Brasil**. Embrapa Hortaliças, Brasília DF, 2000 113p.
- SANTOS, M. X.; POLLAK, L. M.; CARVALHO, H. W. L.; PACHECO, C. A. P.; GAMA, E. E. G.; GUIMARÃES, P. E. de O.; ANDRADE, R. V. Heterotic responses of

tropical elite maize accessions from Latin America with Brazilian testers. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, 2001. 767-775p.

SCHRADER, O.L. **Observações sobre o vigor de híbridos em pimentão.** Agronomia, Itaguai, ed 2, abril/junho 1953. 45-49p.

SHIFRISS, C. **Male sterility in *Capsicum*.** Capsicum and Eggplant Newsletter, v.14, 1995. 11-25p.

SILVA, E. M.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A.; CRUZ, D. O.; BONFIM, G. A. Biologia Floral do Pimentão (*Capsicum annuum* L.) e a Utilização da Abelha Jandaíra (*Melípona subnitida* Ducke L.) como Polinizador em Cultivo Protegido. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 3, 2005. 386-390p.

SILVA, M. A. G.; BOARETTO, A. E.; MELO, A. M. T.; FERNANDES, H. M. G.; SCIVITTARO, W. B. Rendimento e qualidade de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido em função do Nitrogênio e Potássio aplicados em cobertura. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP. v. 56, n. 4, 1999. 1199-1207p.

SPRAGUE G.F.; TATUM, L.A. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, v.34, n.10, 1942. 923-932p.

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

## **CAPÍTULO II**

---

### **ANÁLISE GENÉTICA DE UM CRUZAMENTO DIALÉLICO PARCIAL EM PIMENTÃO VISANDO CARACTERES AGRONÔMICOS**

# ANÁLISE GENÉTICA DE UM CRUZAMENTO DIALÉLICO PARCIAL EM PIMENTÃO VISANDO CARACTERES AGRONÔMICOS

## 1. RESUMO

Objetivou-se avaliar a capacidade combinatória de linhagens de pimentão, identificar combinações híbridas superiores quanto à produtividade e qualidade de frutos, e inferir sobre os modos de ação gênica envolvidos na expressão dos caracteres agronômicos de importância econômica. Para isso, foram realizados cruzamentos dialélicos para obtenção de híbridos, os quais foram analisados através do método 2 do modelo I de Griffing (1956), adaptado por Geraldi & Miranda Filho (1988) para dialelos parciais. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com vinte tratamentos, constituídos pelas cinco linhagens (genitoras femininas), dois testadores (genitores masculinos), dez híbridos experimentais e três híbridos comerciais como testemunhas. Cada parcela foi formada por quatro vasos contendo cada vaso uma planta e dispostos no espaçamento 1,75 m entre fileiras e 0,60 m entre plantas. Detectou-se suficiente variabilidade genética a ser explorada nos componentes do dialelo; Para a maioria dos caracteres, os efeitos aditivos e não-aditivos foram importantes e significativos, mostrando o desempenho dos genótipos e sua contribuição para a produção de híbridos superiores; As linhagens L1B, L6 e L7 e o testador Valdor, destacaram-se como bons combinadores por apresentarem maior capacidade geral de combinação para a maioria dos caracteres agronômicos; O híbrido triplo L1B x VAL destacou-se pelo melhor desempenho, com as melhores capacidades específicas de combinação.

Palavras-chaves: *Capsicum annuum*, heterose, capacidade de combinação.

# GENETIC ANALYSIS OF A PARTIAL DIALLEL CROSS IN SWEET PEPPER FOCUSING ON AGRONOMIC CHARACTERS

## 2. ABSTRACT

This project aimed to assess the combinatory capacity of pepper lines, identify superior hybrids combinations regarding productivity and fruits quality, and also, deduce about ways of gene action entangled in the expression of economically important agronomic characters. Thus, it has been performed diallelic crosses to obtain hybrids, which were analyzed by method 2 of model 1 from Griffing (1956), adapted to partial diallels by Geraldi & Miranda Filho (1988). The experimental design used was randomized with twenty treatments, composed by five lines (female parents), two testers (male parents), ten experimental hybrids and three commercial hybrids as witnesses. Each portion was constituted by four vases presenting one plant each and arranged in 1.75 meters away in rows and 0.60 meters away between the plants. It has been noted enough genetic variability to be explored at diallels components; For most characters, the additive and non-additive effects were important and meaningful, because they showed the performance of the genotypes and their contribution to superior hybrids production; The lines L1B, L6 and L7 and the tester Valdor, stood out as good combiners for presenting the larger capacity of match when associated with major agronomic characters. The triple hybrid L1B x VAL stood out for the best performance, presenting the best specific capacity of combination.

**Keywords:** *Capsicum annum*, heterosis, capacity of combination

### 3. INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L. var. *annuum*) está entre as dez hortaliças mais importantes do Brasil (BLAT et al., 2007). Entre as solanáceas, é a terceira mais cultivada, sendo superada apenas pelo tomate e pela batata. As mudanças nos sistemas de cultivo, como a utilização de cultivares mais adaptadas, mais produtivas e com resistência ou tolerância a um número cada vez maior de doenças, são incluídas como alguns dos principais fatores do aumento da área plantada e da produtividade (CARVALHO et al., 2003).

Os híbridos têm sido a melhor estratégia para aumentar de imediato a produtividade e melhorar a qualidade dos frutos de pimentão, não excluindo a possibilidade de se selecionarem linhagens superiores em populações segregantes derivadas de híbridos ou mesmo de retrocruzamentos.

Em um programa de melhoramento deve-se dar importância aos estudos genéticos dos caracteres de maior importância econômica como uma forma de avaliar o potencial genético dos genitores para produzir melhores descendentes, bem como, para aumentar a eficiência dos métodos de melhoramento (VALLEJO et al., 1997). Os quais são dependentes principalmente da seleção de genitores juntamente com a informação que considera a natureza e a magnitude do efeito gênico controlando caracteres de interesse agrônomico (PATERNIANI et al., 2002).

No melhoramento genético do pimentão, a seleção de linhagens para obtenção de híbridos representa um dos pontos fundamentais, pois possibilita a combinação de alelos favoráveis na geração F1 entre genitores diferentes, com o intuito de produzir novas cultivares mais produtivas e adaptadas. (NASCIMENTO et al., 2010).

A capacidade de combinação se dá por meio da prática de cruzamentos dialélicos, que envolve o cruzamento entre genitores, que permitem obter estimativas da capacidade geral de combinação (CGC) capacidade específica de combinação (CEC). A análise da capacidade combinatória geral possibilita identificar os genitores com capacidade para transmitir seus caracteres desejáveis à descendência, em que predominam os efeitos gênicos aditivos. A capacidade combinatória específica permite conhecer combinações híbridas promissoras, em que predominam os efeitos gênicos não-aditivos (CRUZ & REGAZZI, 2012).

Têm sido propostos e desenvolvidos vários tipos de dialelos para serem utilizados em plantas, mas alguns desses modelos têm tido sua utilização restrita para algumas

espécies, em razão das dificuldades de se realizar todos os cruzamentos possíveis entre os genitores disponíveis para se obter as estimativas necessárias (HOLLAND, 2001).

Especialmente em plantas autógamas, modelos alternativos de cruzamentos dialélicos foram desenvolvidos, como os dialelos parciais, os quais se baseiam nas combinações gênicas entre genitores pertencentes a dois grupos distintos. A técnica dos dialelos parciais tem possibilitado maximizar as informações sobre os grupos estudados com um número menor de cruzamentos do que os requeridos no dialelo completo (BERNARDO, 2003).

Com a utilização das estimativas dos efeitos das capacidades de combinação geral e específica, são escolhidos os melhores híbridos e os melhores genitores a serem utilizados nos programas de melhoramento (CRUZ & REGAZZI, 2012).

Deste modo, este trabalho objetiva avaliar linhagens de pimentão para utilização em combinações híbridas desejáveis; estimar a significância e a magnitude dos parâmetros genéticos, inferir os modos de ação gênica envolvidos na expressão dos caracteres relacionados à produtividade e qualidade dos frutos.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Obtenção dos Híbridos Triplos**

Cinco linhagens de pimentão do Projeto Melhoramento Genético de Solanáceas Para Sistema de Cultivo, do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE foram cruzadas, em um esquema dialélico parcial, com dois híbridos simples: Atlantis (ATL) e Valdor (VAL), como testadores. Os processos para obtenção dos híbridos triplos foram iniciados a partir do mês de janeiro de 2013, em casa de vegetação, no Departamento de Agronomia da UFRPE, em Recife-PE. As linhagens, bem como os híbridos utilizados, foram eleitos em função de apresentarem características morfológicas divergentes, tais como: formato, comprimento e diâmetro do fruto, espessura da polpa e produtividade.

As linhagens foram utilizadas como genitores femininos e os testadores como genitores masculinos. Na ocasião do florescimento foram realizadas emascações nas linhagens durante seu estágio de botão, procedendo-se a polinização com pólen coletado nos testadores, obedecendo a um esquema dialélico parcial entre as cinco linhagens e os dois testadores que resultaram em dez híbridos experimentais formando dois *topcrosses*

de triplos. Após a polinização, a flor polinizada foi identificada. Os frutos provenientes dos cruzamentos foram colhidos maduros, as sementes extraídas manualmente, lavadas em água corrente e secas à sombra.

#### **4.2. Avaliação e Condução do Experimento**

Para a obtenção de dados experimentais, foi realizado um experimento no período de julho a dezembro de 2013 em uma casa de vegetação situada no Departamento de Agronomia da UFRPE, em Recife, PE. As coordenadas geográficas do local, no sistema SAD 69 (South American Datum), são 8° 01' 05" de latitude sul e 34° 56' 48" de longitude oeste e altitude de 6,49 m.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com vinte tratamentos, constituídos pelas cinco linhagens, dois testadores, dez híbridos experimentais e três híbridos comerciais como testemunhas. As parcelas foram repetidas quatro vezes. Cada parcela foi formada por quatro vasos contendo cada vaso uma planta e dispostos no espaçamento 1,75 m entre fileiras e 0,60 m entre plantas.

A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno expandido de 128 células contendo substrato comercial. As mudas, com 35 dias após a semeadura, foram transplantadas para vasos de 5L contendo substrato pó de coco previamente umedecidos.

As plantas foram cultivadas em sistema hidropônico com substrato e irrigadas três vezes ao dia com solução nutritiva, de acordo com a necessidade da cultura para cada estágio de desenvolvimento, através de um sistema de gotejo pressurizado. Para tanto era aplicada solução nutritiva até atingir a capacidade do vaso e iniciar a lixiviação, quando, a irrigação era imediatamente cessada.

Foi adotada a solução nutritiva adaptada de Furlani et al., (1999), para cultivo de pimentão. Para o preparo de 1000 L da solução pré-florescimento foram utilizados 750 g de nitrato de cálcio, 450 g de nitrato de potássio, 200 g de fosfato monoamônico (MAP), 400 g de sulfato de magnésio, 25 g de quelato de ferro –EDDHA-Fe – e 25 g de misturas sólidas de micronutrientes quelatizados por EDTA. Para a solução de frutificação foram utilizados os mesmos fertilizantes com suas respectivas dosagens com a adição de ácido bórico (diluído 25 g do produto sólido em 1L de água e utilizando-se 75 mL dessa solução em 1000L) e 150 g de fosfato monopotássico (MKP).

As plantas foram conduzidas com podas no sistema de 1-2-4, permanecendo com quatro ramos até o final do ciclo. A primeira flor, situada na primeira bifurcação, foi eliminada. O tutoramento das plantas, para mantê-las na posição vertical e evitar o tombamento, foi realizado através de um cordão central instalado da base da planta para o ápice e paralelamente foram passados dois fitilhos paralelamente nas laterais das plantas na medida em que se desenvolviam.

Os frutos foram colhidos quando iniciarem a mudança de cor, indicativa do início da maturação, com a finalidade de uniformizar o final do seu desenvolvimento. Foram colhidos os frutos por parcela e estimada a média por planta, sendo, em todo o experimento, realizadas nove colheitas.

### **4.3. Caracteres Avaliados**

As características agronômicas avaliadas foram as seguintes: diâmetro médio de frutos (DF); comprimento médio de frutos (CF); relação comprimento/diâmetro do fruto (C/D); número de lóculos do fruto (NL); espessura de polpa (EP); número de frutos por planta (NFP); massa média de frutos (MMF); produção precoce (PP); massa de frutos por planta (MFP). Para a determinação do diâmetro, comprimento e espessura da polpa foram utilizados um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. A produção precoce (PP) corresponde à produção obtida nas três primeiras colheitas.

### **4.4. Análises Genético – Estatísticas**

#### **4.4.1. Análise de Variância dos Tratamentos**

Utilizou-se dados médios da planta na parcela de cada tratamento, para os nove caracteres avaliados. Inicialmente foi efetuada análise de variância a partir do modelo matemático eq. (1), onde a média e o efeito de tratamento foram considerados fixos.

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + b_k + \bar{\epsilon}_{ijk}$$

Em que, (1)

$Y_{ir}$  = observação no r-ésimo bloco, avaliada no i-ésimo genótipo;

$\mu$  = média geral do ensaio;

$t_i$  = efeito do genótipo i;

$b_r$  = efeito do bloco r;

$\bar{\epsilon}_{ir}$  = erro aleatório associado à observação  $Y_{ir}$ .

O esquema da análise de variância está apresentado na tabela 1.

**Tabela 1** – Esquema da ANAVA em blocos ao acaso, apresentando os quadrados médios (QM) para cada um dos caracteres avaliados.

Fontes de Variação	GL	QM	F
Blocos	$r - 1$	-	-
Tratamentos	$t - 1$	$QM_T$	$QM_T / QM_R$
Resíduo	$(r - 1)(t - 1)$	$QM_R$	
Total	$tr - 1$		

Em que:

$r$  = número de blocos;

$t$  = número de tratamentos;

As estimativas dos coeficientes de variação foram obtidas através da equação 2.

$$cv\% = \frac{(100\sqrt{QM_R})}{\mu} \quad (2)$$

Na Tabela 2, é apresentado o esquema da análise de variância, com as respectivas esperanças dos quadrados médios, considerando a fonte de variação genótipos como fixo.

**Tabela 2** – Análise de variância e esperança de quadrados médios, utilizando Tratamentos (Genótipos + Testemunhas), Genótipos (Híbridos + Genitores) e Testemunhas.

Fontes de Variação	GL	QM	E (QM)
Blocos	$r - 1$	$QM_1$	$\sigma^2 + r \sigma_r^2$
Tratamentos	$t - 1$	$QM_2$	$\sigma^2 + r \phi_t$
Genótipos (G)	$G - 1$	$QM_{2.1}$	$\sigma^2 + r \phi_G$
Híbridos (H)	$F_1 - 1$	$QM_{2.1.1}$	$\sigma^2 + r \phi_{F1}$
Genitores (Ge)	$Ge - 1$	$QM_{2.1.2}$	$\sigma^2 + r \phi_{Ge}$
H. vs Ge.	1	$QM_{2.1.3}$	$\sigma^2 + r \phi_{F1,Ge}$
Testemunhas (T)	$T - 1$	$QM_{2.2}$	$\sigma^2 + r \phi_T$
G vs T	1	$QM_{2.3}$	$\sigma^2 + r \phi_{G,T}$
Resíduo	$(t - 1)(r - 1)$	$QM_3$	$\sigma^2$

Em que:

$r$  = número de blocos;

G = número de genótipos (híbridos + genitores);

Ge = número de genitores;

F<sub>1</sub> = número de Híbridos;

t = número de tratamentos (genitores + híbridos + testemunhas);

T = número de testemunhas.

O teste F foi realizado para cada característica, conforme indicado na Tabela 2. Ao ser constatar valor de F significativo, procedeu-se à comparação das médias pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade.

#### 4.4.2. Estimativa de Heterose dos Híbridos Triplos

Foram calculados os valores de heterose dos 10 híbridos triplos em relação à média dos genitores (H<sub>mp</sub>%), pelas equações 3 e 4.

$$H_{mp} = \left[ \bar{F}_1 - \left( \frac{\bar{P}_1 + \bar{P}_2}{2} \right) \right] \quad (3)$$

$$H_{mp} \% = \frac{H_{mp}}{\left( \frac{\bar{P}_1 + \bar{P}_2}{2} \right)} \times 100 \quad (4)$$

#### 4.4.3. Análise Dialélica Parcial

Foram organizadas as médias ajustadas da análise de variância, excetuando as testemunhas, para, então, ser realizada a análise dialélica em delineamento genético fatorial. A análise foi realizada de acordo com o método 2 do modelo I de Griffing (1956), adaptado por Geraldi & Miranda Filho (1988) para dialelos parciais, onde os genitores são incluídos na análise e o material experimental é considerado um conjunto fixo. Esse método foi escolhido porque, sendo o pimentão uma espécie autógama, é de considerável interesse avaliar o desempenho dos híbridos, usando-se as linhagens genitoras como padrão. Neste caso, o modelo estatístico utilizado foi de acordo com a equação (5):

$$Y_{ij} = \mu + \frac{1}{2}(d_1 + d_2) g_i + g'_j + s_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij} \quad (5)$$

Em que,

$Y_{ij}$  = é o valor médio observado da combinação híbrida entre a  $i$ -ésima linhagem com o  $j$ -ésimo testador;

$\mu$  = média geral do dialelo;

$d_1, d_2$  = contrastes envolvendo médias do grupo 1 e 2 e a média geral;

$g_i$  = efeito da capacidade geral de combinação do  $i$ -ésima linhagem;

$g'_j$  = efeito da capacidade geral de combinação do  $j$ -ésimo testador;

$s_{ij}$  = efeito da capacidade específica de combinação entre linhagem  $i$  e testador  $j$ ;

$\bar{\epsilon}_{ij}$  = erro experimental médio associado ao dialelo.

A análise dialélica e o teste F estão apresentados na Tabela 3. As estimativas das capacidades de combinação foram estimadas da seguinte forma: para capacidade geral de combinação do grupo de genitores que inclui as linhagens em avaliação  $\hat{g}_i = Y_{i.}/n_2 - Y_{..}/n_1n_2$ ; para capacidade geral do grupo que inclui os testadores em avaliação  $\hat{g}_j = Y_{.j}/n_1 - Y_{..}/n_1n_2$ ; e para capacidade específica de combinação entre os grupos de genitores que incluem linhagens e testadores  $\hat{s}_{ij} = Y_{ij} - Y_{i.}/n_2 - Y_{.j}/n_1 + Y_{..}/n_1n_2$ . Em que:  $Y_{ij}$  é o valor da combinação híbrida entre a  $i$ -ésima linhagem e  $j$ -ésimo testador;  $Y_{..}$  é o somatório de todas as combinações híbridas envolvendo as linhagens  $i$  e os testadores  $j$ ;  $Y_{.j}$  é o somatório das combinações híbridas da  $i$ -ésima linhagem cruzada com os testadores  $j$ ;  $Y_{i.}$  é o somatório das combinações híbridas do  $t$ -ésimo testador cruzado com as linhagens  $i$ ;  $n_1$  é o número de testadores; e  $n_2$  é o número de linhagens, conforme Cruz & Regazzi, (2012) e Vencovsky & Barriga (1992).

**Tabela 3** – Esquema da análise de variância do dialelo parcial com a decomposição dos quadrados médios de tratamentos em quadrados médios associados aos efeitos da capacidade combinatória, com respectivos testes de F.

Fontes de Variação	GL	QM	F
Tratamentos	$pq + 0 + q - 1$	QMTr	-
CGC Linhagens (L)	$p - 1$	$QM_{CGC(L)}$	$QM_{CGC(L)}/QM_R$
CGC Testadores (T)	$q - 1$	$QM_{CGC(T)}$	$QM_{CGC(L)}/QM_R$
CEC T x L	$pq$	$QM_{CEC(LxT)}$	$QM_{CEC(LxT)}/QM_R$
Resíduo	$m$	$QM_R$	-

Em que:

p = número de genótipos de linhagens;

q = número de testadores;

m = graus de liberdade do resíduo (fornecidos pela análise de variância).

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1. Análise de Variância dos Tratamentos**

Os quadrados médios dos tratamentos foram significativos pelo teste F ( $P < 0,01$ ) para todas as características, com exceção de espessura da polpa (EP), indicando a existência de variabilidade genética entre os materiais utilizados para tais caracteres, o que é uma situação favorável para se praticar o melhoramento genético (Tabela 4).

Os quadrados médios evidenciaram diferenças significativas, pelo teste F em 1 % de probabilidade, entre os genótipos (genitores + híbridos), para a maioria das características, como DF, CF, C/D, NL, NFP, MMF, PP e MFP, fato que pressupõe a existência de diferenças genéticas entre os genótipos utilizados nos cruzamentos dialélicos, o que implica possibilidade de ganhos genéticos em futuros trabalhos de melhoramento genético (Tabela 4).

Ao analisar o desdobramento da fonte de variação genótipos em genitores, híbridos e no contraste genitores *vs* híbridos, verifica-se que para a fonte de variação genitores houve significância para as características, como, DF, CF, C/D, EP, NL e NFP indicando a existência de variabilidade genética entre os genitores, o que é uma situação favorável para se praticar o melhoramento genético envolvendo esses caracteres componentes da qualidade do fruto. Porém não apresentou diferenças para as principais características componentes de produção, como MMF, PP e MFP (Tabela 4).

**Tabela 4** - Quadrados médios da análise de variância de nove caracteres agrônômicos <sup>(1)</sup> de frutos em sete genitores, dez híbridos triplos e três híbridos simples de pimentão. Recife – PE, UFRPE, 2013

Fontes de Variação	Quadrado Médio									
	GL	DF	CF	C/D	EP	NL	NFP	MMF	PP	MFP
Blocos	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tratamentos	19	51,31**	697,68**	0,12**	0,40 <sup>ns</sup>	0,19**	50,75**	7496,18**	0,11**	1,46**
Genótipos (G)	16	56,24**	645,39**	0,11**	0,39 <sup>ns</sup>	0,20**	58,57**	8875,44**	0,13**	1,66**
Híbridos (H)	9	48,13**	191,38**	0,02**	17,145**	5,64**	743,23**	262,74**	0,004 <sup>ns</sup>	0,06**
Genitores (Ge)	6	77,52**	1402,53**	0,27**	1,42**	1,16**	465,72**	126,41 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,019 <sup>ns</sup>
H. vs Ge.	1	1,58 <sup>ns</sup>	188,74**	0,03**	0,19**	4,8**	22,05 <sup>ns</sup>	941,83**	0,18**	0,30 <sup>ns</sup>
Testemunhas (T)	2	35,14 <sup>ns</sup>	70,50 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	0,17*	3,73 <sup>ns</sup>	188,24 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
G vs T	1	53,90 <sup>ns</sup>	2788,02**	0,49**	0,18 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>	19,61 <sup>ns</sup>	45,71 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	1,48**
Erro	57	20,91	66,36	0,01	0,36	0,04	13,78	414,96	0,04	0,17
Média dos Tratamentos	-	77,97	94,23	1,21	6,29	3,52	23,90	131,92	1,31	3,00
Média dos Genótipos	-	78,08	91,75	1,178	6,31	3,52	23,70	131,60	1,32	2,95
Média das Testemunhas	-	77,39	108,28	1,40	6,18	3,55	25,08	133,72	1,24	3,29
CV %	-	5,86	8,64	9,06	9,55	6,25	15,53	15,44	16,43	13,87

<sup>(1)</sup>DF = diâmetro médio de fruto; CF = comprimento médio do fruto; C/D = relação entre comprimento e diâmetro do fruto; EP = espessura da polpa; NL = número de lóculos; NFP = número de frutos por planta; MMF = massa média de frutos; PP = produção precoce; MFP = massa média de frutos por planta.

ns = não significativo pelo teste F (P < 0,05); \*\* significativo pelo teste F (P < 0,01).

Analisando-se a fonte de variação híbridos resultante do desdobramento de genótipos, nota-se que para todas as características, com exceção de produção precoce (PP), foram significativas, demonstrando que para essas características os híbridos provenientes do dialelo apresentam variabilidade; já para a característica produção precoce, os híbridos foram bem uniformes.

Considerando-se que houve significância para as principais características tanto para o conjunto de genitores quanto para os híbridos, conclui-se que há variação entre os genitores para a formação de híbridos e, não obstante, a ocorrência de variabilidade entre os híbridos denota a possibilidade de detecção de pares superiores para a recomendação em plantios experimentais pelos agricultores.

Em relação ao contraste genitores vs híbridos apresentou significância para maioria dos caracteres, o que indica que houve distinção entre os híbridos obtidos e seus genitores; já em relação ao diâmetro de frutos e massa de frutos por planta, não houve significância, portanto, os híbridos não diferiram estatisticamente dos genitores para diâmetro e produção de frutos. Em relação ao número de frutos, é possível que tal resultado possa ser explicado pelo fato de que todos os genótipos do dialelo (genitores e híbridos) tenham recebido o mesmo tipo de poda que é uma característica influenciada por esse tipo de manejo.

Para as testemunhas deste trabalho, apenas a característica número de lóculos revelou significância a 5% de probabilidade, permitindo inferir, portanto, que são materiais com maior uniformidade para as principais características componentes de fruto e produção agrícola.

Quando se verifica o quadrado médio do contraste genótipos vs testemunhas, nota-se que houve significância em nível de 1 % de probabilidade, apenas para comprimento de fruto, relação comprimento/diâmetro e massa de frutos por planta, demonstrando o potencial dos genótipos utilizados. Analisando as médias dos genótipos e das testemunhas presentes na Tabela 3, pode-se observar que estas possuem poucas diferenças, o que é ratificado pela análise das médias das principais características. Por exemplo, para diâmetro de fruto pode-se notar que a média dos genótipos foi um pouco superior a das testemunhas, vez que houve valor de 78,08 mm para os genótipos e 77,39 mm para as testemunhas. Igualmente, para produção precoce, também se verifica um valor superior para os genótipos em relação às testemunhas, expresso por  $1,32 \text{ kg.planta}^{-1}$ , para os genótipos e  $1,24 \text{ kg.planta}^{-1}$  para as testemunhas.

Quadrados médios significativos, geralmente, são evidências de que houve variação genética entre os genótipos, permitindo a obtenção de estimativas satisfatórias dos parâmetros genéticos.

Com relação aos coeficientes de variação (CV), houve boa precisão experimental, cujos valores variaram de 5,86 a 16,43% (Tabela 4). Essa variação observada nas estimativas do CV é explicada pela influência de variações ambientais não controláveis sobre os caracteres avaliados, mas que os valores obtidos estão dentro dos padrões da cultura (FONTES et al., 2005; CHARLO et al., 2009).

## **5.2. Avaliação da Média dos Genótipos e da Heterose dos Híbridos Triplos**

As médias das características agrônômicas relativas aos genitores, testemunhas, híbridos triplos e seu valor de heterose estão apresentadas nas tabelas 5 e 6.

Para diâmetro médio de fruto (DF), o genitor L6 apresentou o maior valor (85,53 mm), apesar de não diferir significativamente dos genitores L18 (80,84 mm), Atlantis (80,73 cm), da testemunha Paloma (80,81 cm) e os híbridos triplos L6 x ATL (82,64 mm), L6 x VAL (81,21 mm), L18 x ATL (81,23 mm) e L18 x VAL (81,76 mm).

A heterose ( $H_{mp}$ ) para diâmetro médio do fruto apresentou combinações positivas e negativas variando de 5,36% (L18 x VAL) a -4,18% (L19 x ATL). Valores positivos de heterose também foram encontrados por outros autores para essa característica (PANAYOTOV et al., 2000; SILVA, 2002).

Os genitores femininos L1B, L6, L7, L18 e L19, com média 79,25 mm, tiveram os menores valores para comprimento médio de fruto, similarmente ao híbrido triplo 1B x ATL (80,94 mm). Para essa mesma característica, os nove híbridos triplos obtidos pela combinação das linhagens com Atlantis e Valdor mostraram-se desempenho superior aos genitores femininos e inferiores aos respectivos genitores masculinos e as testemunhas Paloma e Impacto, sendo estes genótipos os que apresentaram os maiores comprimento de frutos com média 113,31 mm, não diferindo entre eles. Conforme Silva (2002), o comprimento do fruto é um caráter quantitativo, no qual tem mais importância a ação gênica aditiva, sendo afetado pelo ambiente.

**Tabela 5** - Valores médios de quatro caracteres agrônômicos para sete genitores, dez híbridos triplos e três híbridos simples de pimentão e seu valor de heterose. Recife – PE, UFRPE, 2013

Genótipos	Caráter <sup>(1)</sup>									
	DF (mm)	H <sub>mp</sub> %	CF (mm)	H <sub>mp</sub> %	C/D	H <sub>mp</sub> %	EP (mm)	H <sub>mp</sub> %	NL	H <sub>mp</sub> %
L 1B	73,97 b		72,45 d		0,97 d		6,75		3,52 a	
L 6	85,53 a		83,21 d		0,97 d		5,91		3,57 a	
L 7	74,14 b		80,06 d		1,08 d		6,41		2,92 c	
L 18	80,84 a		75,72 d		0,94 d		6,63		3,57 a	
L 19	78,27 b		84,83 d		1,08 d		6,02		3,35 b	
L 1B x ATL	74,58 b	-3,64	80,94 d	-11,67	1,08 d	-7,32	6,47	0,45	3,67 a	5,12
L 1B x VAL	73,32 b	-1,13	90,93 c	-6,38	1,24 c	-5,34	6,38	-1,99	3,70 a	0,40
L 6 x ATL	82,64 a	-0,58	97,14 b	0,44	1,18 c	1,28	5,87	-2,49	3,37 b	-3,98
L 6 x VAL	81,21 a	1,58	100,83 b	-1,64	1,23 c	-6,10	6,16	1,14	3,57 a	-3,77
L 7 x ATL	74,87 b	-3,31	89,69 c	-5,72	1,20 c	-1,63	6,36	1,43	3,17 c	-0,47
L 7 x VAL	75,74 b	2,00	94,05 c	-6,82	1,24 c	-9,15	6,96	9,77	3,67 a	8,41
L 18 x ATL	81,23 a	0,55	88,80 c	-5,50	1,09 d	-5,21	6,44	0,94	3,37 b	-3,98
L 18 x VAL	81,76 a	5,36	94,02 c	-4,80	1,15 c	-11,19	6,32	-2,01	3,75 a	1,07
L 19 x ATL	76,17 b	-4,18	89,44 c	-8,28	1,17 c	-4,09	5,80	-4,52	3,60 a	5,88
L 19 x VAL	78,00 b	2,20	105,61 b	2,21	1,35 b	-1,09	6,45	4,96	3,70 a	2,77
Atlantis (ATL)	80,73 a		110,21 a		1,36 b		6,13		3,45 b	
Valdor (VAL)	74,36 b		121,82 a		1,65 a		6,27		3,85 a	
Paloma	80,81 a		108,39 a		1,34 b		6,59		3,77 a	
Rúbia	75,77 b		104,03 b		1,37 b		6,17		3,36 b	
Impacto	75,59 b		112,82 a		1,48 b		5,77		3,51 a	

<sup>(1)</sup> DF = diâmetro médio de fruto; CF = comprimento médio do fruto; C/D = relação entre comprimento e diâmetro do fruto; EP = espessura da polpa; NL = número de lóculos.

H<sub>mp</sub>: Heterose relativa à média dos genitores. As médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade.

**Tabela 6** - Valores médios de quatro caracteres agrônômicos para sete genitores, dez híbridos triplos e três híbridos simples de pimentão e seu valor de heterose. Recife – PE, UFRPE, 2013

Genótipos	Caráter <sup>(1)</sup>							
	NFP	H <sub>mp</sub> %	MMF (g)	H <sub>mp</sub> %	PP (kg,planta <sup>-1</sup> )	H <sub>mp</sub> %	MFP (kg,planta <sup>-1</sup> )	H <sub>mp</sub> %
L 1B	32,75 a		78,01 d		1,32 a		2,41 c	
L 6	18,50 b		184,18 b		1,42 a		3,37 b	
L 7	28,93 a		97,18 d		1,08 b		2,80 c	
L 18	21,68 b		81,20 d		0,93 b		1,73 d	
L 19	23,68 b		110,29 d		1,15 b		2,50 c	
L 1B x ATL	25,81 a	-7,32	116,32 c	5,00	1,22 b	-8,69	2,95 b	4,49
L 1B x VAL	25,37 a	2,92	119,23 c	-27,64	1,40 a	-5,08	3,02 b	-7,92
L 6 x ATL	23,81 b	14,85	137,20 c	-16,45	1,43 a	2,87	3,24 b	-2,115
L 6 x VAL	19,68 b	12,29	212,98 b	-2,23	1,62 a	6,22	4,16 a	10,63
L 7 x ATL	26,31 a	1,40	94,38 d	-21,82	1,20 b	-1,63	2,48 c	-18,01
L 7 x VAL	26,15 a	14,99	120,98 c	-30,61	1,33 a	-1,84	3,12 b	-10,21
L 18 x ATL	23,50 b	5,28	105,04 d	-6,82	1,20 b	4,80	2,45 c	-1,60
L 18 x VAL	21,75 b	13,78	158,28 c	-4,86	1,24 b	-3,12	3,46 b	17,68
L 19 x ATL	22,37 b	-4,07	97,33 d	-23,53	1,46 a	16,33	2,17 d	-24,52
L 19 x VAL	23,06 b	14,64	128,79 c	-28,81	1,44 a	3,59	2,93 b	-11,87
Atlantis (ATL)	22,96 b		144,28 c		1,36 a		3,25 b	
Valdor (VAL)	16,55 b		251,54 a		1,63 a		4,15 a	
Paloma	25,18 a		135,16 c		1,21 b		3,38 b	
Rúbia	26,00 a		126,25 c		1,29 b		3,23 b	
Impacto	24,07 b		139,74 c		1,22 b		3,28 b	

NFP = número de frutos por planta; MMF = massa média de frutos; PP = produção precoce; MFP = massa média de frutos por planta.

H<sub>mp</sub>: Heterose relativa à média dos genitores. As médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade.

Para se ter um bom resultado para esse caráter, é necessário que ambos os genitores sejam de frutos longos, caso contrário, o comprimento será intermediário. Por essa razão, todos os frutos derivados do cruzamento com as linhagens L1B, L6, L7, L18 e L19 produziram híbridos com frutos de comprimento intermediário, visto que, estas linhagens tiveram baixo comprimento de fruto.

Os maiores valores heteróticos ( $H_{mp}$ ) para comprimento médio do fruto foram apresentados apenas pelos híbridos triplos L19 x VAL (2,21%) e L6 x ATL (0,44%). Para esse mesmo caráter, González et al. (2004) encontraram heterose positiva e muito superior para todos os cruzamentos avaliados em relação aos valores obtidos nesse trabalho. Por sua vez, Silva (2002) obteve dados similares embora com outros genótipos.

A relação comprimento/diâmetro está ligada ao formato do fruto, sendo que os frutos de formato quadrado, apresentam relação mais próxima de 1. Frutos mais alongados, sejam eles dos grupos retangular ou cônico, apresentam relação maior que 1 (CHARLO et al., 2009). Atualmente os consumidores do Nordeste têm preferência por frutos de formato quadrado e retangular. Dessa forma, todos os genótipos mantiveram uma boa relação entre comprimento e diâmetro do fruto. Mas a relação, por si só, não significa muito, pois cultivares que produzem frutos pequenos poderão ter uma relação entre comprimento e diâmetro considerada ideal. Assim, essa variável deve sempre estar acompanhada das medidas referentes ao comprimento e diâmetro de fruto para melhor averiguação. Vale ressaltar que o genitor masculino Valdor (1,65) foi que apresentou o maior índice desta variável, diferindo de todos os genótipos, demonstrando que seus frutos são mais alongados que os demais.

Para a relação entre o comprimento e o diâmetro do fruto a heterose ( $H_{mp}$ ) foi positiva apenas para o híbrido triplo L6 x ATL (1,28%), expressando que apresentou ganho para esse caráter.

Com relação à espessura de polpa, todos os genótipos não apresentaram diferenças significativas, variando de 5,77 mm a 6,96 mm. Para os híbridos triplos esse resultado era esperado, já que os genitores femininos e masculinos utilizados não apresentaram diferenças entre si para essa característica de qualidade do fruto.

A heterose ( $H_{mp}$ ) encontrada para espessura de polpa (Tabela 5) variou de -4,52% a 9,77%, sobressaindo-se os híbridos triplos L7 x VAL (9,77%) e L19 x VAL (4,96%). Panayotov et al. (2000) e Silva (2002) também observaram valores positivos de heterose para esse caráter em pimentão.

A espessura da polpa aliada a características como massa 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. Além disso, frutos com polpa mais espessa tendem a sofrer menos deformação (MELO, 1997).

Para número de lóculos no fruto, entre as classes, predominaram frutos de três a quatro lóculos. Na produção de frutos com predominância de dois a três lóculos, a linhagem L7 e o híbrido triplo L7 x ATL apresentaram média de 2,92 e 3,17 lóculos, não diferindo entre si. Os maiores valores observados, com predominância de três a quatro lóculos, foram para os genitores femininos L1B, L6 e L18, o genitor masculino, os híbridos triplos L1B x ATL, L1B x VAL, L6 x VAL, L7 x VAL, L18 x VAL, L19 x ATL, L19 x VAL e os híbridos comerciais Paloma e Impacto, com valor médio de 3,66 lóculos por fruto. Esses genótipos chamaram a atenção já que a presença de quatro lóculos é uma característica desejável nas cultivares modernas, pois está relacionada com frutos retangulares ou quadrados, os quais, por serem uniformes, facilitam o seu acondicionamento nas caixas e nas gôndolas dos supermercados e são preferidos no comércio local.

Os valores de heterose para número de lóculos por fruto foram positivos (Tabela 5), para os híbridos triplos L1B x ATL (5,12%), L1B x VAL (0,40%), L7 x VAL (8,41%), L18 x VAL (1,07%), L19 x ATL (5,88%) e L19 x VAL (2,77%). Tais resultados foram semelhantes aos obtidos por Miranda (1987) e Silva (2002).

Os valores para número de frutos por planta variaram de 16,55 (Valdor) a 32,75 (L1B) entre os genótipos (Tabela 6). O genitor masculino Valdor, apesar de apresentar o menor valor de frutos por planta, não difere do outro genitor masculino Atlantis, dos genitores femininos L6 e L19, dos híbridos triplos L6 x ATL, L6 x VAL, L18 x ATL, L18 x VAL, L19 x ATL, L19 x VAL e da testemunha Impacto que apresentaram em média 21,60 frutos por planta. Já o genitor feminino L1B mesmo apresentando valor superior, não diferiu dos genitores femininos L7, L18, dos híbridos triplos L1B x ATL, L1B x VAL, L7 x ATL, L7 x VAL e das testemunhas Paloma e Rubia que apresentaram média de 25,68 frutos por planta.

O valor heterótico ( $H_{mp}$ ) do número de frutos por planta apresentaram para maioria dos híbridos triplos valores positivos. Com destaque para as combinações híbridas L6 x ATL (14,85%), L6 x VAL (12,29%), L7 x VAL (14,99%), L18 x VAL

(13,78%) e L19 x VAL (14,64%). Esses valores evidenciam um aumento percentual considerável desses híbridos triplos em relação à média dos genitores, porém essa característica pode contribuir para produção de frutos menores, polpa pouco espessa, além da baixa produtividade, e que essa relação é dependente também das práticas culturais aplicadas ao cultivo de pimentões em ambiente protegido, conforme Melo (1997).

Para o caráter massa média do fruto, os genitores femininos apresentaram o menor desempenho entre os genótipos avaliados, com exceção da linhagem L6 que teve média de 184,18 g, não diferindo estatisticamente do híbrido triplo L6 x VAL com 212,98 g. Por sua vez, o genitor masculino Valdor apresentou massa média de fruto de 251,54 g diferindo de todos os genótipos (Tabela 6).

É importante destacar que a massa média do fruto pode ser alterada de acordo com o número de frutos por planta, sendo que, em ambiente protegido, o raleio de frutos é uma prática comum. Conforme Melo (1997), essa alteração se deve ao fato das brotações do pimentão ser dicotômica, deste modo, 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 seguinte, sendo comum o aborto de frutos nesses internódios. O manejo da cultura, como poda, raleio de frutos e otimização da fertirrigação, contribuem para aumentar a massa do fruto, dentro dos limites do potencial genético do genótipo.

O valor heterótico ( $H_{mp}$ ) para massa média do fruto foi positivo somente para L1B x ATL com 5,0% de aumento em comparação com a média dos genitores. Para o restante dos híbridos triplos, a heterose variou de -2,23% (L6 x VAL) a -30,61% (L7 x VAL) (Tabela 6). Esses valores negativos de heterose ocorreram devido ao fato da maioria dos genitores femininos tiveram baixo desempenho para essa característica agrônômica. Resultados negativos para massa média do fruto também foram encontrados por Golpalakrishnan et al. (1987) e resultados positivos da heterose foram obtidos por Miranda et al., (1988), Tavares (1993), Melo (1997), Silva (2002) e González et al. (2004).

Para produção precoce os genitores femininos L7, L18, L19, as três testemunhas, e os híbridos triplos L1B x ATL, L7 x ATL, L18 x ATL e L18 x VAL apresentaram os menores valores em média para produção precoce ( $1,17 \text{ kg.planta}^{-1}$ ), representando um percentual de 44,89% da produção total por planta, não diferindo entre eles. Enquanto que os genitores femininos L1B e L6, os genitores masculinos Atlantis e Valdor, os

híbridos triplos L1B x VAL, L6 x ATL, L6 x VAL, L7 x VAL, L19 x ATL e L19 x VAL não diferiram entre si, apresentado em média, produção precoce de 1,44 kg.planta<sup>-1</sup>, representando em média 45,28% da produção total. Os valores altos de produção precoce podem repercutir em um rápido retorno econômico para o produtor, pois se considera a produção precoce como o somatório das três primeiras colheitas e possivelmente serem incorporados ao atual sistema produtivo do pimentão, na Zona da Mata do Estado de Pernambuco.

Os valores de heterose para produção precoce variaram de -8,69% a 16,33%. Os híbridos triplos L6 x ATL (2,87%), L6 x VAL (6,22%), L18 x ATL (4,80%), L19 ATL (16,33%) e L19 x VAL (3,59%) destacaram-se pela positiva heterose em relação à média dos genitores, estando de acordo com resultados obtidos por Ahmed & Hurra (2000) e Doshi et al., (2001) (Tabela 6).

Para massa de frutos por planta se destacam o genitor masculino Valdor (4,15 kg.planta<sup>-1</sup>) e o híbrido triplo L6 x VAL (4,16 kg.planta<sup>-1</sup>) não diferindo estatisticamente entre si. Enquanto que o genitor feminino L18 e o híbrido triplo L19 x ATL não diferiram e tiveram os piores desempenhos para massa média de frutos por planta de 1,73 kg.planta<sup>-1</sup> e 2,17 kg.planta<sup>-1</sup>, respectivamente. Os rendimentos médios da produção de frutos obtidos pelo híbrido simples Valdor e pelo o híbrido triplo L6 x VAL no presente trabalho superam muitos dos encontrados na literatura (PEREIRA, 1995; ROSA, 1995; QUEIROGA et al., 2002; FACTOR, 2003; FONTES et al., 2005), mostrando que tais genótipos podem ser utilizados em cultivo protegido, visto que as produtividades observadas foram elevadas.

Os valores de heterose para massa média de frutos por planta apresentaram valores positivos para L1B x ATL (4,49%), L6 x VAL (10,63%) e L18 x VAL (17,68). Em geral, houve uma grande variação das estimativas da heterose em relação aos genitores, apresentando valores positivos consideravelmente favoráveis no sentido de aumentar a expressão da massa de frutos por planta. Heterose positiva em relação aos genitores também foi observada por Depestre & Espinosa (1988), Galvêas (1988), Miranda et al. (1988), Innecco (1995) e Tavares et al. (1997).

### **5.3.Análise de Variância do Dialelo Parcial**

A Tabela 7 sumariza os quadrados médios atribuídos aos efeitos dos genótipos, desdobrados em quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC) das

linhagens (Grupo 1), testadores (Grupo 2) e capacidade específica de combinação entre linhagens e testadores (CEC L x T) para as nove características avaliadas.

Por esta análise é possível observar que os valores dos quadrados médios para a capacidade geral de combinação das linhagens foram significativos pelo teste F em 1 % de probabilidade, para cinco características, quais sejam: MFP, C/D, NL, MMF e PP. Sendo que NFP e CF foram significativos a 5 % de probabilidade e DF e EP não apresentaram diferença significativa. Já na capacidade geral de combinação dos testadores houve diferença 1% de probabilidade para as variáveis: MFP, CF, C/D, NL, MMF e PP; Quanto as variáveis NFP e EP, elas apresentaram diferença a 5% de probabilidade, enquanto que DF não foi identificada diferença. Para a capacidade específica de combinação de L x T, seis características foram significativas a 1%, a saber: NFP, MMF, DF, CF, C/D e MFP, sendo que apenas para EP, NL e PP não houve significância (Tabela 7).

As significâncias desses valores refletem a existência de diferenças entre os efeitos da CGC e da CEC, entre os tratamentos e grupos. Miranda et al. (1988), avaliando a capacidade combinatória de um dialelo em pimentão, obtiveram resultados semelhante ao deste trabalho, observaram diferença significativa para CGC e CEC para os caracteres peso médio do fruto, comprimento do fruto, largura do fruto, relação entre comprimento e largura do fruto, número de lóculos. Enquanto que Gomide et al. (2003), avaliando outros caracteres, observaram que a CGC foi significativa para todas as características avaliadas (produção precoce, produção total e massa do fruto), já para a CEC foi importante apenas para a produção total.

As características NFP, MFP, CF, C/D e MMF, que apresentaram significância para a capacidade geral e específica de combinação, denotam, por conseguinte, a existência de variabilidade, resultante da ação de efeitos gênicos aditivos e não-aditivos no controle da expressão. Para DF, que exibiu significância apenas para capacidade específica de combinação, deve predominar os efeitos gênicos de dominância. Para as características NL, EP e PP, que apresentaram significância apenas para capacidade geral de combinação, predominam os efeitos gênicos aditivos, sendo os efeitos para EP advindos dos híbridos testadores.

Os resultados sugerem a possibilidade de serem obtidos novos híbridos para formação de populações-base para condução de gerações segregantes a partir do material experimental utilizado, tendo em vista a disponibilidade de variabilidade aditiva e não-aditiva para os diversos componentes avaliados.

**Tabela 7** - Quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC) para os grupos I e II, da capacidade específica de combinação (CEC) e do resíduo para nove caracteres <sup>(1)</sup> de frutos de dez híbridos triplos de pimentão. Recife – PE, UFRPE, 2013

Fontes de Variação	Quadrado médio <sup>(2)</sup>									
	GL	DF	CF	C/D	EP	NL	NFP	MMF	PP	MFP
Tratamentos	16	56,24*	645,42**	0,11**	0,39 <sup>ns</sup>	0,20**	58,57**	8875,44**	0,13**	1,66**
Grupos	1	11,63 <sup>ns</sup>	3387,09**	0,62**	0,17 <sup>ns</sup>	0,50**	50,32**	3034,76**	0,57**	0,81**
CGC Linhagens (L)	4	29,83 <sup>ns</sup>	188,28*	0,05**	0,47 <sup>ns</sup>	0,30**	30,12*	4984,74**	0,17**	1,76**
CGC Testadores (T)	1	3,53 <sup>ns</sup>	1004,08**	0,20**	1,02*	0,64**	29,45*	24009,01**	0,13**	5,75**
CEC LxT	10	76,54**	518,25**	0,08**	0,31 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	73,69**	9502,43**	0,07 <sup>ns</sup>	1,30**
Erro	79	20,91	66,35	0,01	0,36	0,04	13,78	414,97	0,04	0,17

<sup>(1)</sup> NFP = número de frutos por planta; MFP = massa média de frutos por planta; DF = diâmetro médio de frutos; CF = comprimento médio de frutos; C/D = relação entre comprimento e diâmetro do fruto; EP = espessura da polpa; NL = número de lóculos; MMF = massa média de frutos; PP = produção precoce.

<sup>(2)</sup> Valor do quadrado médio de cada caráter em relação às fontes de variação.

ns: não significativo. \* significativo pelo teste F (P<0,05); \*\* significativo pelo teste F (P<0,01);

A seleção de genitores para a formação das populações segregantes é determinante para a obtenção de ganho genético nos programas de melhoramento, sendo a capacidade combinatória, com presença de genes complementares, a grande responsável pelo sucesso. Os genitores que apresentarem elevadas CGC devem ser preferidos para constituírem os blocos de cruzamentos, favorecendo a seleção de linhagens homozigotas em espécies autógamas (MIRANDA et al. 1988).

De acordo com Cruz & Regazzi (2012), as estimativas dos efeitos da CGC proporcionam informações sobre a concentração de genes de efeitos aditivos. Deste modo, os genitores com estimativas de CGC altas e positivas são os que mais contribuem para o aumento da expressão do caráter, enquanto que aqueles com valores altos e negativos contribuem para a redução de sua manifestação.

#### **5.4. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (CGC)**

Os genitores L1B (4,12 mm) e L7 (0,98 mm) tiveram as maiores estimativas positiva de gi contribuindo com um aumento em relação ao comprimento de fruto e o mais baixo foi a L18. Híbridos com as linhagens parentais L1B e L7 produziram frutos com cerca de 2,55 mm mais compridos do que a média das linhagens. Por outro lado, híbridos com a linhagem parental L18 tiveram a média do comprimento do fruto reduzida em -2,83 mm (Tabela 8).

Para a relação entre comprimento e diâmetro do fruto, estimativas positivas foram apresentadas por L1B (0,07) e L7 (0,01), embora com valores muito baixos. Em contrapartida, os genitores que apresentaram os maiores valores negativos foram L6 e L18, ambos com -0,03 (Tabela 8).

Em relação ao caráter número de frutos por planta pode ser verificado que apenas as linhagens L1B (1,40) e L7 (0,79) apresentaram efeitos positivos para CGC em relação às demais linhagens do primeiro grupo, o que demonstra que estes genitores são os mais favoráveis em proporcionar aumento no número de frutos por planta, devendo ser recomendados para programas de melhoramento intrapopulacional, conforme Miranda et al., (1988) (Tabela 8).

**Tabela 8** - Estimativas da capacidade geral das linhagens (CGC Linhagens), capacidade geral de combinação dos testadores (CGC Testadores) e capacidade específica de combinação (CEC LxT) dos híbridos entre eles relativas a nove caracteres agrônômicos de 17 genótipos de pimentão. Recife – PE, UFRPE, 2013

Parâmetro	Caráter <sup>(1)</sup>								
	DF	CF	C/D	EP	NL	MMF	PP	NFP	MFP
Capacidade geral de combinação (Linhagens) (gi)									
g <sub>1</sub> L1B	-1,69	4,12	0,07	0,08	0,07	6,57	0,08	1,40	0,10
g <sub>2</sub> L6	0,96	-2,31	-0,03	-0,11	0,10	15,25	0,06	-1,40	0,18
g <sub>3</sub> L7	-0,17	0,98	0,01	-0,08	-0,18	5,35	0,02	0,79	0,23
g <sub>4</sub> L18	-0,15	-2,83	-0,03	0,20	0,01	-22,44	-0,11	-0,12	-0,42
g <sub>5</sub> L19	1,05	0,046	-0,01	-0,09	-0,01	-4,74	-0,05	-0,66	-0,11
D,P, (s <sub>i</sub> )	1,25	2,24	0,03	0,16	0,21	5,60	0,05	1,02	0,11
Capacidade geral de combinação (Testadores) (gj)									
g <sub>1</sub> ' Atlantis	0,22	-3,73	-0,05	-0,11	-0,09	-18,26	-0,04	0,63	-0,28
g <sub>2</sub> ' Valdor	-0,22	3,73	0,05	0,11	0,09	18,26	0,04	-0,63	0,28
D.P. (s <sub>j</sub> )	1,62	2,89	0,03	0,21	0,07	7,23	0,07	1,31	0,14
Capacidade específica de combinação									
s <sub>1.1</sub> ' L1B x ATL	4,23	16,05	0,13	-0,14	-0,07	22,45	-0,03	-2,53	0,44
s <sub>1.2</sub> ' L1B x VAL	-1,68	20,19	0,31	-0,23	0,13	93,19	0,15	-7,66	0,77
s <sub>2.1</sub> ' L 6 x ATL	-4,56	-6,77	-0,02	0,40	0,12	-14,18	-0,14	3,12	0,05
s <sub>2.2</sub> ' L 6 x VAL	-5,38	-4,25	0,02	0,07	-0,04	-47,79	-0,05	3,96	-0,43
s <sub>3.1</sub> ' L7 x ATL	4,63	6,12	0,01	-0,22	0,10	16,58	0,10	-1,07	0,30
s <sub>3.2</sub> ' L7 x VAL	3,64	2,34	-0,03	-0,17	0,11	55,84	0,21	-3,92	0,65
s <sub>4.1</sub> ' L18 x ATL	-3,16	2,48	0,08	-0,02	-0,29	1,56	0,01	2,34	0,19
s <sub>4.2</sub> ' L18 x VAL	-1,85	-0,61	0,01	0,33	0,01	-8,34	0,05	3,46	0,27
s <sub>5.1</sub> ' L19 x ATL	1,99	-1,28	-0,04	0,35	-0,06	-5,45	-0,03	0,06	-0,13
s <sub>5.2</sub> ' L19 x VAL	2,96	-3,53	-0,09	-0,003	0,12	11,25	-0,09	-0,40	0,30
D,P, (s <sub>ij</sub> )	1,97	3,52	0,04	0,25	0,09	8,8	0,09	1,60	0,18

<sup>(1)</sup> NFP = número de frutos por planta; MFP = massa média de frutos por planta; DF = diâmetro médio de frutos; CF = comprimento médio de frutos; C/D = relação entre comprimento e diâmetro do fruto; EP = espessura da polpa; NL = número de lóculos; MMF = massa média de frutos; PP = produção precoce.

Verifica-se que para a característica número de lóculos as linhagens L1B (0,07), L6 (0,10) e L18 (0,01) acusaram valores positivos de  $g_i$ . O que permite afirmar que, nos cruzamentos em que esses genitores participam, haverá uma pequena contribuição para o aumento do número de lóculos, que seria um acréscimo de característica desejável nos frutos de pimentão, pois, comercialmente, valorizam-se frutos de 3 a 4 lóculos. Por outro lado, os genitores L7 e L19 apresentaram valores negativos de  $g_i$ , tendendo a contribuir indesejavelmente na redução do número de lóculos, quando em combinações híbridas (Tabela 8).

As linhagens genitoras L1B, L6 e L7 apresentaram as maiores magnitudes de efeitos positivos da CGC para massa de frutos por planta, massa média de frutos e produção precoce, contribuindo, respectivamente, 0,10 kg.planta<sup>-1</sup>, 6,57 g, 0,08 kg.planta<sup>-1</sup> para linhagem L1B; 0,18 kg.planta<sup>-1</sup>, 15,25 g e 0,06 kg.planta<sup>-1</sup> para linhagem L6 e para L7 0,23 kg.planta<sup>-1</sup>, 5,35 g e 0,02 kg.planta<sup>-1</sup> nos cruzamentos em que os mesmo participaram. Isso permite a sua indicação em cruzamentos com o objetivo de obter populações segregantes e linhas puras que promovam aumento substancial nessas características componentes da produção. As demais linhagens genitoras apresentaram valores negativos de  $g_i$  para os três caracteres sendo o maior valor, de -0,42 kg.planta<sup>-1</sup>, para massa de frutos por planta, -22,44 g para massa média de frutos e -0,11 kg.planta<sup>-1</sup> para produção precoce, ambos do genitor L18, o qual contribuiu no sentido de reduzir a importância desses caracteres nos cruzamentos em que participou.

Os efeitos da CGC do grupo II (híbridos testadores) apresentam uma restrição, devida ao modelo adotado, onde a somatória dos  $g_j$  iguala-se a zero. Entretanto, vale-se considerar sobre suas estimativas da CGC, onde é nítida a superioridade do híbrido Valdor em relação ao Atlantis para a maioria dos caracteres ligados à qualidade do fruto e produção, como comprimento de fruto (3,73 cm), relação C/D (0,05), espessura de polpa (0,11), número de lóculos (0,09), massa de frutos (18,26), produção precoce (0,04) e massa de frutos por planta (0,28 kg.planta<sup>-1</sup>). Analisando as características avaliadas em conjunto, o testador Valdor é um genitor que tende a proporcionar híbridos superiores de pimentão, ou seja, híbridos que darão populações segregantes superiores.

As estimativas de CGC das linhagens e testadores, para todos os genótipos e todas as características aferidas, demonstram a grande variação existente na população usada. Essa averiguação expressa à atenção que o melhorista deve ter na seleção adequada dos

genitores em um programa de melhoramento, ainda mais quando se deseja melhorar várias características ao mesmo tempo. Na prática, nem sempre isso é possível, como se observa na Tabela 8 em que, nenhum dos genótipos revelou boa CGC para todos os caracteres avaliados. Em todo caso, devem-se preferir aqueles genótipos que apresentaram maior CGC para os principais caracteres de valor econômico para a cultura.

Existem exemplos na literatura de trabalhos de estudo da capacidade combinatória que também não apresentaram efeito positivo de CGC para todos os caracteres avaliados, como os de Ahmed et al. (2003) que avaliando os componentes de produção de um dialelo parcial de pimentão, notaram que para o efeito da CGC três genitores se destacaram como sendo bons combinadores gerais para a maioria das características avaliadas, principalmente, para produção total e para características de produção; enquanto que Miranda et al. (1988) avaliando a capacidade combinatória de um dialelo em pimentão, concluem que o genitor BGH 18 foi que melhor apresentou combinação geral, contribuindo genética e positivamente para a maioria dos caracteres de grande importância econômica.

Em vista dos resultados obtidos, os genitores L1B, L6 e L7 pertencentes ao grupo 1 e o híbrido testador Valdor do grupo 2, destacaram-se como os melhores genótipos devido à relevante presença de efeitos gênicos aditivos para a maioria dos caracteres estudados.

### **5.5. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC)**

Foram observados, para todos os caracteres estudados, valores de  $\hat{\sigma}_{ij}$  positivos e negativos relativos às combinações híbridas. Tais resultados advertem a existência de desvios da dominância bidirecional regulados por genes que aumentam a expressão do caráter e por outros, igualmente dominantes, que a reduzem. De acordo com Cruz & Vencovsky (1989) o efeito da CEC é interpretado como desvio de um híbrido em relação ao que seria esperado com base na CGC de seus genitores. Assim, o híbrido mais favorável deve ser aquele que apresentar maior estimativa de capacidade específica de combinação, na qual um dos genitores apresente a maior capacidade geral de combinação. Os maiores valores são para os genótipos mais dissimilares nas

frequências dos genes com dominância, embora sejam também influenciados pela baixa frequência gênica média do dialelo (GOMES et al., 2000).

Para diâmetro do fruto, os híbridos triplos L7 x ATL e L1B x ATL apresentaram os maiores valores de CEC, respectivamente, 4,63 mm e 4,23 mm, seguidos de L7 x VAL (3,64 mm) e L19 x VAL (2,96 mm). Para esse caráter, os genitores L1B e L7 comportaram-se de maneira contrária ao esperado, pois apresentaram CGC negativa para esse caráter, indicando que, nessas combinações, houve maior importância de interações não-aditivas, resultantes da complementação gênica com o testador Atlantis que apresentou CGC positiva, ao mesmo que ocorre com a linhagem L19 e o híbrido testador Valdor, confirmando Cruz & Regazzi (2012).

A combinação L1B x VAL apresentou o valor máximo de CEC para comprimento médio do fruto (20,19 mm), seguida pelos híbridos triplos L1B x ATL, com valores de 16,05 mm e L7 X ATL com 6,12 mm. Vale ressaltar que os genitores L1B e Valdor apresentaram os maiores efeitos positivos de CGC, indicando que, para essas combinações, os efeitos gênicos aditivos foram mais importantes, indicando que L1B e Valdor são geneticamente superiores e que na formação de população-base proporcionará ganhos satisfatórios pela seleção de indivíduos em populações segregantes. E quanto ao testador Atlantis, que apresentou estimativa de CGC negativa e estimativa de CEC positivas, mostra que houve complementações gênicas.

Os maiores valores positivos de CEC para a relação entre o comprimento e o diâmetro do fruto, foram observados nos L1B x VAL (0,31) e L1B x ATL (0,13), seguidos por L18 x ATL (0,08) e L6 x VAL (0,02). Os demais híbridos triplos apresentaram baixas ou negativas estimativas de CEC. Segundo Miranda et al. (1988), pela exigência do mercado brasileiro, a relação entre o comprimento e a largura do fruto deve ficar entre 1,75 e 2,00. Para os autores, a melhor combinação seria o híbrido produzido a partir do genitor de maior efeito da CGC para comprimento de fruto com o genitor de mais alto efeito de CGC para diâmetro de fruto, no entanto esse resultado não foi obtido em seu trabalho, pois apresentou baixa estimativa do efeito de CEC.

Os resultados das estimativas de CEC referentes à espessura de polpa, número de lóculos e produção precoce não foram discutidos pelo fato dessas características não terem sido significativa a 5 % pelo teste F na análise de variância do dialelo parcial (Tabela 7).

A combinação L6 x VAL apresentou o valor máximo de CEC para número de fruto por planta (3,96 frutos), seguida pelos híbridos triplos L18 x VAL, L6 x ATL e

L18 x ATL, com valores de CEC de 3,46, 3,12 e 2,34 frutos, respectivamente. Vale ressaltar que as linhagens genitoras L6 e L18 e o testador Valdor apresentaram efeitos negativos de CGC, indicando que, para essas combinações, os efeitos gênicos não aditivos foram mais importantes, ocorrendo complementação gênica entre os genitores. Esses resultados divergentes são comuns e ocorreram com trabalhos de outros autores, como no de Miranda et al. (1988), que obteve valor negativo de CGC para alguns genitores que produziram híbridos de pimentão com valor positivo de CEC para os caracteres produção total frutos por planta e altura de plantas.

Os maiores valores positivos das estimativas de CEC para massa média de fruto, foram observados nos L1B x VAL (93,19 g) e L7 x VAL (55,84 g), seguidos por L1B x ATL (22,45 g), L7 x ATL (16,58 g) e L19 x VAL (11,25 g). As linhagens L1B (6,57 g) e L18 (5,35 g) e o testador Valdor (18,26 g) apresentaram um dos maiores valores positivos de estimativa da CGC para massa de frutos, significando que podem proporcionar, em média, um aumento na massa dos frutos nos híbridos, significando que estes genitores podem proporcionar ganhos superiores nos cruzamentos em que participam devido ao acúmulo de genes com efeito aditivos favoráveis para aumentar a massa média de frutos. Por outro lado, a linhagem L6 apresentou a maior estimativa de CGC, porém nas combinações híbridas com ambos testadores expressaram as mais baixas estimativas de CEC, revelando uma péssima complementação gênica entre esses genitores. Segundo Miranda Filho & Gorgulho (2001), a CEC é interpretada como um efeito na expressão do híbrido que é adicional aos efeitos da CGC, podendo melhorar ou piorar a expressão do híbrido em relação ao efeito esperado com base somente nas CGC.

Os resultados de CEC para massa de fruto por planta mostraram que os híbridos L1B x VAL ( $0,77 \text{ kg.planta}^{-1}$ ) e L7 x VAL ( $0,65 \text{ kg.planta}^{-1}$ ) destacaram-se com os maiores valores, cujos genitores femininos e masculinos foi considerados um bom combinador geral, com as maiores estimativas positivas para CGC. Em contrapartida, quando cruzado com o testador Atlantis de estimativa de  $g_i$  negativa, esses mesmos genitores mostraram-se valores positivos de CEC ( $0,44 \text{ kg.planta}^{-1}$  e  $0,30 \text{ kg.planta}^{-1}$ ), indicando que houve a ação de genes que aumentaram a expressão do caráter. Segundo Sprague & Tatum (1942), genitores que produzem híbridos  $F_1$  com valores de CEC baixos indicam que estão se comportando como o esperado, com base na sua CGC. Por sua vez, valores altos, positivos ou negativos, demonstram que algumas combinações específicas comportaram-se, relativamente melhor ou pior do que o esperado. Portanto,

a CEC é, em grande parte, dependente de genes que mostrem efeitos de dominância ou de epistasia, ou seja, evidencia a importância dos genes com efeitos não-aditivos, enfatizando a importância de interações não-aditivas, resultantes da complementação gênica entre os genitores.

Em geral, o híbrido testador Valdor foi o que apresentou, em média, a melhor capacidade de se combinar com as linhagens, ou seja, há um alto potencial de se extrair linhagens com elevado potencial produtivo.

Da mesma forma, as linhagens L1B, L6 e L7 foram as que revelaram os maiores valores positivos de CGC para a maioria das características avaliadas, significando que essas linhagens são viáveis, nos cruzamentos em que participam, tendem a proporcionar maior acúmulo de genes com efeito aditivo favoráveis, podendo ser consideradas linhagens interessantes para formação de população-base e que proporcionará ganhos satisfatórios pela seleção de indivíduos geneticamente superiores na condução de gerações segregantes.

## **6. CONCLUSÕES**

1. O híbrido triplo L6 x VAL apresentou heterose para o maior número de caracteres avaliados;
2. A maioria dos híbridos triplos obtidos do cruzamento com Valdor exibiram valores positivos de heterose para os caracteres avaliados;
3. Detectou-se suficiente variabilidade genética a ser explorada nos componentes do dialelo
4. Para a maioria dos caracteres avaliados, os efeitos aditivos e não-aditivos são importantes e significativos, mostrando o desempenho dos genótipos e sua contribuição para a produção de híbridos superiores;
5. As linhagens de pimentão L1B, L6 e L7 e o híbrido testador Valdor, destacam-se como bons combinadores por apresentarem maior capacidade geral de combinação para a maioria dos caracteres avaliados;
6. O híbrido triplo L1B x VAL destacou-se pelo melhor desempenho entre os genótipos avaliados, com as melhores capacidades específicas de combinação para maioria dos caracteres.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, N.; HURRA, M. Heterosis studies for fruit yield and some economic characters in sweet peppers (*Capsicum annuum L.*). **Capsicum and Eggplant Newsletter**, Grugliasco, n. 19, 2000. 74-77p.
- AHMED, N.; HURRA, M.; WANI, S.A.; KHAN, S.H. Gene action and combining ability for yield and its component characters in sweet pepper. **Capsicum and Eggplant Newsletters**, v.22, 2003. 55-58p.
- AHMED, N.; SHAH, F.A.; ZARGAR, G.H.; WANI, S.A. Line x tester analysis for the study of combining ability in hot pepper (*Capsicum annuum L.*). **Capsicum and Eggplant Newsletter**, n.17, 1998. 38-41p.
- BLAT, S. F.; BRAZ, L. T.; ARRUDA, A. S. da. Avaliação de híbridos duplos de pimentão. **Horticultura brasileira**, v. 25, n. 3, jul.-set. 2007. 350-354p.
- CARVALHO, S.I.C.; BIANCHETTI, L.B.; HENZ, G.P. **Germplasm collection of Capsicum spp. maintained by Embrapa Hortaliças (CNPq)**. **Capsicum and Eggplant Newsletter**, v.22, 2003. 17-20p.
- CHARLO, H.C.O.; CASTOLDI, R.; FERNANDES, C.; VARGAS, P.F.; BRAZ, L.T. Cultivo de híbridos de pimentão amarelo em fibra da casca de coco. **Horticultura Brasileira**, v. 27, 2009. 155-159p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. rev. Viçosa: UFV, 2001. 390p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4.ed. Viçosa: UFV, 2012. 480p.
- CRUZ, C.D.; VENCOSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, v.12, 1989. 425-438p.
- DEPESTRE, T.; ESPINOSA, J. Estudio del efecto de heterosis en pimiento (*Capsicum annuum L.*) en condiciones tropicales. **Agrotecnia de Cuba**, La Habana, v. 20, n. 1, 1988. 87-90p.
- DOSHI, K. M.; SHUKLA, M. R.; KATHIRIA, K. B. Seedling analysis for the prediction of heterosis and combining ability in chilli (*Capsicum annuum L.*). **Capsicum and Eggplant Newsletter**, Grugliasco, v. 20, n. 17, p. 46-49, 2001.
- FACTOR T. L. **Utilização do efluente de biodigestor no cultivo de pimentão em substratos, sob ambiente protegido**. UNESP-FCAV, Jaboticabal SP, 2003. 88p. (Dissertação de mestrado).
- FONTES P. C. R.; DIAS E. N.; SILVA D. J. H. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira** v. 23, 2005. 94-99p.

- FURLANI, P. R.; BOLONHEZI, D.; SILVEIRA, L.C.P.; FAQUIN, V. **Nutrição mineral de hortaliças, preparo e manejo de soluções nutritivas**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, set./dez., 1999. 90-98p.
- GALVEAS, P. A.; P. A. O. **Características agrônômica de sete cultivares de pimentão (*Capsicum annuum* L.) e heterose de seus híbridos F1**. UFV, Viçosa MG. 1988. 83p. (Dissertação de Mestrado).
- GERALDI, I.O.; MIRANDA FILHO, J.B. Adapted models for the analysis of combining ability of arieties in partial diallel crosses. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.11, n.2, 1988. 419-430p.
- GOMES, M.S.; PINHO, E.V.R.; PINHO, R.G.V. VIEIRA, M.G.G.C. Estimativas da capacidade de combinação de linhagens de milho tropical para qualidade fisiológica de sementes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, 2000. 41-49p.
- GOMIDE, M.L.; MALUF, W.R.; GOMES, L.A.A. Heterose e capacidade combinatória de linhagens de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG. v.27, n.5, set./out., 2003. 1007-1015p.
- GONZÁLEZ, J.R.A.D.; ZAMBRANO, G.M.; MERAZ, M.R.; LOERA, A.R.; CAMPODÓNICO, O.P. **Efectos genéticos y heterosis de caracteres de calidad comercial em chile Serrano**. In: Primera Convención Mundial Del Chile, León, Relatório, 2004. 21-24p.
- GOPALAKRISHNAN, T.R.; GOPALAKRISHNAN, P.K.; PETER, K.V. Heterosis and combining ability analysis in chilli. **The Indian Journal of Genetics**, v.47, n.2, 1987. 205-209p.
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallell crossing systems. **Australian Journal of Biological Science**, East Melbourn, v. 9, p. 463-493, 1956.
- INNECCO, R. **Avaliação do potencial agrônômico de híbridos e capacidade combinatória de linhagens de pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. UFLA, Lavras MG 1995. 113p. (Tese de doutorado).
- MALUF, W. R. Heterose e emprego de híbridos F1 em hortaliças. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. 327-355p.
- MELO, A.M.T. **Análise genética de caracteres de fruto em híbridos de pimentão**. ESALQ, Piracicaba SP, 1997. 112p.. (Tese de doutorado)
- Mesquita, J. C. P.; **Determinação da heterose e da capacidade geral e específica de combinação para dez características agrônômicas em pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. UFRPE, Recife PE, 2008. 59p. (Dissertação de mestrado)
- MIRANDA FILHO JB; GORGULHO EP. 2001. **Cruzamentos com testadores e dialelos**. In: NASS LL; VALOIS ACC; MELO IS; VALADARES MC. (eds). Recursos genéticos e melhoramento – plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 650-671p.

- MIRANDA, J. E. C.; COSTA, C. P.; CRUZ, C. D. Análise dialélica em pimentão. I Capacidade combinatória. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 11, n. 2, jun. 1988. 431-440p.
- PANAYOTOV, N.; GHEORGHIEV, V.; IVANOVA, I. Characteristics and grouping of F1 pepper (*Capsicum annuum* L.) hybrids on the basis of cluster analysis by morphological characteristics of fruit. **Capsicum and Eggplant Newsletter**, n.19, 2000. 62-65p.
- PATEL, J.A.; SHUKLA, M.R.; DOSHI, K.M.; PATEL, B.R ; PATEL, S.A. Combining ability analysis for green fruit yield and components in Chilli (*Capsicum annuum* L.). **Capsicum and Eggplant Newsletter**, n.17, 1998. 34- 37p.
- PEREIRA EC. **Avaliação do crescimento e da produtividade de pimentão amarelo (*Capsicum annum* L.) sob diferentes potenciais matriciais de água no solo, em condições de casa de vegetação**. UNESP-FCA, Botucatu SP, 1995. 61p. (Dissertação de mestrado).
- QUEIROGA R. C. F; NOGUEIRA I. C. C; BOTELHO NETO F; MOURA A. R. B; PEDROSA, J. F. 2002. Utilização de diferentes materiais como cobertura morta do solo no cultivo de pimentão. **Horticultura Brasileira** v.20: 2002. 416-418p.
- ROSA J. A. Efeito da lâmina de água sobre a produção de pimentão amarelo em estufa plástica. **Horticultura Brasileira**. v.13: 110. 1995; 110p.
- SILVA, L. L. **Heterose e capacidade de combinação em cruzamentos dialélicos parciais de pimentão**. ESALQ, Piracicaba SP, 2002. 82 p. (Tese de doutorado).
- SPRAGUE G. F.; TATUM, L. A. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, v.34, n.10, 1942. 923-932p.
- TAVARES, M. **Heterose e estimativa de parâmetros genéticos em um cruzamento dialélico de pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. Lavras MG, 1993. 83p. (Dissertação de Mestrado)
- TAVARES, M.; MELO, A. M. T.; SCIVITTARO, W. B.; TESSARIOLI NETO, J. Coeficiente de correlação entre médias parentais e híbridas F1 em um cruzamento dialelo de pimentão. **Ecosistema**, Espirito Santo do Pinhal, v. 22, dez. 1997. 64-67p.
- VALLEJO C., F.A.; CEBALLOS L., H.; ECHEVERRI AGUDELO, A. Analisis genético de una poblacion dialelica de pimenton (*Capsicum annuum* L.). **Acta Agronomica**, v.47, n.4, 1997. 25-3p.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992. 496p.

## **CAPÍTULO III**

---

# **SISTEMAS DE PODA PARA GENÓTIPOS DE PIMENTÃO EM CULTIVO HIDROPÔNICO**

# **SISTEMAS DE PODA PARA GENÓTIPOS DE PIMENTÃO EM CULTIVO HIDROPÔNICO**

## **1. RESUMO**

Objetivou-se avaliar a produtividade e características de fruto de genótipos de pimentão cultivados em ambiente protegido e hidropônico em dois sistemas de poda. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, três repetições e tratamentos arranjos em parcelas subdivididas. As parcelas foram compostas pelo sistema de poda (1-2-4 e 1-2-4-N) e as subparcelas, pelos genótipos de pimentão. A parcela experimental foi constituída por três vasos, cada um com uma planta. Os dados coletados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Skott Knott 5% de significância. Os híbridos apresentaram características agronômicas satisfatórias, sendo os híbridos simples Valdor e o híbrido triplo L6 X VAL os mais produtivos. Os sistemas de poda interferiram no desempenho do pimentão para os caracteres relação diâmetro comprimento de fruto, número de lóculos, número de frutos por planta e produtividade total. O sistema de poda 1-2-4-N por representar maior facilidade na condução das plantas e redução nos custos com mão-de-obra torna-se o sistema de viabilidade para aos produtores de pimentão.

Palavras-chave: *capsicum annum*, híbridos, linhagens, ambiente protegido

## **PRUNNING SYSTEMS FOR SWEET PEPPER GENOTYPES IN HYDROPONIC CULTURE**

## **2. ABSTRACT**

The current project goals to assess the productivity and fruit characteristic attributes of pepper genotypes grown at protected indoor environment and hydroponic in two pruning systems. The portions were composed by pruning system (1-2-4 and 1-2-4-N) and the sub portions were formed by pepper genotypes. The experimental portion consisted of three vases, each one with one plant. Collected data was submitted to

analysis of variance (ANOVA) and the averages obtained from this were compared to a Scott Knott Test at 5% significance level. The hybrids presented satisfying agronomic characteristics, and the simple hybrid Valdor and the triple hybrid L6 X VAL were the most productive ones. The pruning systems interfered in pepper performance to fruit length characters' relationship, locule number, number of fruits per plant, and overall productivity. The 1-2-4-N pruning system becomes the most viable system to local pepper farmers due to its conducting system and its cost reduction in hand labor.

Keywords: *Capsicum annuum*, hybrids, lineage, protected indoor environment.

### 3. INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L. var. *annuum*) está entre as principais hortaliças cultivadas no Brasil (RUFINO & PENTEADO, 2006), sendo a terceira solanácea mais cultivada, superada apenas pelo tomate e pela batata (NASCIMENTO & BOITEUX, 1992). Seus frutos apresentam grande diversidade de formas e sabores (BLANK et al., 1995), podem ser consumidos verdes ou maduros, este último é bem mais expressivo (OLIVEIRA et al., 2003), ou ainda podem ser processados em forma de conservas, molhos ou pó, como flavorizante ou corante.

O cultivo do pimentão se estende por todo o território brasileiro, sendo São Paulo e Minas Gerais, localizados na região Sudeste, os principais produtores, graças à proximidade dos grandes centros consumidores (ECHER et al., 2002). O estado de Pernambuco está em oitavo lugar no ranking nacional de produção de pimentão (IBGE, 2010). Os municípios de Camocim de São Félix, Bezerros, Gravatá, João Alfredo, Brejo da Madre de Deus, Ibimirim, Chã Grande, Sairé e São Joaquim do Monte são os principais fornecedores de pimentão à Central de Abastecimentos (CEASA-PE) de Recife (CEASA-PE, 2013).

Devido às mudanças requeridas pelo mercado e as exigências do consumidor, o melhoramento desta hortaliça vem priorizando não apenas a produtividade, mas também a qualidade do produto. Consequentemente, os principais objetivos têm sido a obtenção de frutos uniformes e com alta qualidade, polpa espessa e produção precoce de frutos. Deste modo, o uso de híbridos vem sendo cada vez mais empregado devido às suas vantagens, como a maior resistência a pragas e doenças, maior uniformidade, vigor de

planta, homeostase, maturação precoce, aumento da qualidade e do rendimento e patente natural, que garante o retorno do investimento (MIRANDA & CASALI, 1988).

Contudo é necessário o uso adequado de técnicas agronômicas para que tais híbridos de pimentão tenham um bom desempenho, onde se destaca, entre elas, a poda, principalmente nos cultivos em ambientes protegidos. A poda colabora para a melhor distribuição de assimilados na planta, podendo influenciar na fixação de flores e frutos, assim como no número, tamanho e maturação de frutos (GÓMEZ-GUILAMÓN, 1997). No cultivo de pimentão, segundo Finger & Silva (2005) é recomendado poda dos ramos quando a produção visa à obtenção de frutos de tamanho grande, em que são utilizados os sistemas 1-2-4-N e 1-2-4. Esses sistemas de poda somente são utilizados no Brasil em cultivo protegido para produção de frutos coloridos (vermelho, amarelo, etc.), pois neste caso o valor individual de cada fruto compensa a redução de produção resultante da poda. Contudo, inexistem pesquisas comparando os diferentes sistemas de poda no cultivo de pimentões.

Em ambiente protegido, de modo geral, a produtividade de pimentão, utilizando pó de coco como substrato orgânico em sistema hidropônico, é muito expressiva (CHARLO et al., 2009). Porém, por ser uma técnica de cultivo recente, são escassos na literatura trabalhos apresentando dados de produtividade, precocidade e características de frutos, bem como a indicação de híbridos de pimentão mais produtivos, quando estes são cultivados em substratos, acondicionados em vasos, em sistema hidropônico. Assim sendo, a avaliação de cultivares, aliada ao emprego de modernas técnicas de cultivo como, por exemplo, sistemas de condução com diferentes números de hastes se faz de suma importância, pois a produção é o resultado da interação de genótipos x ambientes.

O trabalho objetivou avaliar a produtividade e características de fruto de genótipos de pimentão cultivados em ambiente protegido e hidropônico em dois sistemas de poda.

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido entre os meses de junho e outubro de 2013 em casa de vegetação situada no Departamento de Agronomia (DEPA), o Campus da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em Recife, PE, cujas coordenadas geográficas no sistema SAD 69 (South American Datum), são 8° 01' 05" de latitude sul e 34° 56' 48" de longitude oeste e altitude de 6,49 m.

A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno expandido de 128 células contendo substrato comercial. As mudas, com 35 dias após a semeadura, foram transplantadas para vasos de 5L contendo substrato pó de coco previamente umedecidos, e dispostos nos espaçamentos 0,6 m entre plantas e 1,0 m entre fileiras.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, três repetições e tratamentos arranjados em parcelas subdivididas. As parcelas foram compostas pelo sistema de poda (1-2-4 e 1-2-4-N) e as subparcelas, pelos genótipos de pimentão (quatro linhagens, uma cultivar, cinco híbridos simples comerciais e cinco híbridos triplos) totalizando 30 tratamentos, constituídos pela combinação de dois tipos de poda e 15 genótipos. A unidade experimental foi constituída por três vasos, cada um com uma planta.

As linhagens utilizadas foram: L6, L7, L18 e L19, provenientes do banco de trabalho da UFRPE; a cultivar All Big; cinco híbridos simples, são eles: Paloma, Impacto, Rubia, Atlantis e Valdor; e cinco híbridos triplos: L6 x ATL, L6 x VAL, L7 x ATL, L7 x VAL, e L19 x ATL. obtidos do cruzamento de três linhagens puras e dois híbridos para a obtenção de híbridos triplos. As linhagens utilizadas como genitores femininos, foram L6, L7 e L19; como genitores masculinos, os híbridos Atlantis (ATL) e Valdor (VAL). Para se proceder aos cruzamentos foi realizada emasculação das flores através da retirada das anteras antes da antese. A polinização foi realizada pela deposição do pólen dos genitores masculinos diretamente no estigma das flores emasculadas.

Os dois tipos de poda utilizados foram: o sistema 1-2-4-N e o sistema 1-2-4. O primeiro consiste em deixar uma haste seguida de duas brotações e mais duas brotações de cada uma destas hastes, de modo a ter a princípio uma haste, depois duas e finalmente quatro. Após a formação de quatro hastes deixou-se o livre crescimento com o número indeterminado de hastes. O segundo diferencia-se do primeiro por não permitir o crescimento livre e manter continuamente o desenvolvimento da planta com apenas quatro hastes, conforme Finger & Silva (2005). Nos dois sistemas as flores que surgiram na primeira bifurcação foram retiradas e as plantas foram fixadas nos fitilhos, de maneira a evitar o tombamento da planta e a quebra das hastes, devido ao peso dos frutos à medida que as plantas foram crescendo.

Foi adotada a solução nutritiva adaptada de Furlani et al., (1999), para cultivo de pimentão. Para o preparo de 1000 L da solução pré-florescimento foram utilizados nitrato de cálcio (750 g), nitrato de potássio (450 g), fosfato monoamônico – MAP –

(200 g), sulfato de magnésio (400 g), quelato de ferro –EDDHA-Fe – (25 g) e misturas sólidas de micronutrientes quelatizados por EDTA (25 g). Para a solução de frutificação foram utilizados os mesmos fertilizantes com suas respectivas dosagens com a adição de ácido bórico (diluído 25 g do produto sólido em 1L de água e utilizando-se 75 mL dessa solução em 1000L) e fosfato monopotássico – MKP– (150 g).

As plantas foram cultivadas em sistema hidropônico com substrato e irrigadas três vezes ao dia com solução nutritiva de acordo com a necessidade da cultura para cada estágio de desenvolvimento, através de um sistema de gotejo pressurizado. Para tanto era aplicada solução nutritiva até atingir a capacidade do vaso e iniciar a lixiviação, quando, a irrigação era imediatamente cessada.

O controle de pragas e de doenças foi realizado adotando-se o um manejo racional, no qual se efetuou a aplicação de agrotóxicos recomendados para a cultura, mediante, a constatação visual do agente, inseto ou patógeno.

Quando os frutos atingiram o ponto máximo de crescimento para comercialização foram colhidos separadamente de cada parcela, em sete colheitas. Foram avaliadas as seguintes características: diâmetro médio do fruto (DF), comprimento médio do fruto (CF), relação comprimento/diâmetro (C/D), espessura média do fruto (EP), o número médio de lóculos (NL), número de frutos por planta (NFP), massa média de frutos (MF), produtividade precoce (PP) e produtividade total (PT): para a determinação do diâmetro, comprimento e espessura da polpa foi utilizado um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. A produtividade precoce corresponde à produção obtida nas três primeiras colheitas.

Os dados coletados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Skott Knott 5% de significância.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do teste F, para a fonte de variação sistemas de poda não foi constatado diferenças significativas para as variáveis DF, CF, C/D, EP, NL, MF e PP; para os genótipos, houve diferenças significativas para todas as variáveis a 1% de probabilidade; e para interação entre sistema de poda e genótipo, houve diferença significativa para as variáveis C/D, NL e PT, indicando que, para estas variáveis, os diferentes sistemas de poda influenciam no desempenho dos genótipos (Tabela 1).

Os coeficientes de variação da parcela variaram de 4,48 a 27, 24%, enquanto que na subparcela variaram de 6,81 a 21,54%, o que esclarece a precisão experimental regular . Os coeficientes de variação das características avaliadas em pimentão estiveram próximos dos valores obtidos por Charlo et al., (2009) e Fontes & Silva (2005), indicando que a variação observada esta dentro do padrão da cultura.

O tamanho de frutos são características importantes na comercialização de frutos de pimentão, uma vez que o mercado brasileiro valoriza frutos grandes. A linhagem L6 produziu frutos com maiores diâmetros (86,29 mm), porém não diferiu significativamente da linhagem L-18, dos híbridos triplos L6 x ATL, L6 x VAL, e dos híbridos simples Rúbia e Valdor, enquanto que a cultivar All Big apresentou 58,0 mm sendo este o menor diâmetro Tabela 2). Os híbridos Paloma e Impacto apresentaram valores médios de diâmetro dos frutos de 77,18 e 76,40 mm, respectivamente, maior do que os valores médios observados por Mesquita (2008), que apresentaram diâmetro médio de fruto de 64,10 e 60,47 mm, respectivamente, e do que Rinaldi et al. (2008), com valores de 67,9 e 68,5 mm, respectivamente, em cultivo hidropônico.

**Tabela 1** - Quadrados médios da análise de variância de nove caracteres agronômicos <sup>(1)</sup> de frutos em quatro linhagens, uma cultivar, cinco híbridos triplos e cinco híbridos simples de pimentão cultivado em dois sistemas de poda, em ambiente protegido. Recife-PE. 2013.– PE, UFRPE, 2013.

Fontes de Variação	Quadrado Médio									
	GL	DF	CF	C/D	EP	NL	NFP	MF	PP	PT
Bloco	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistemas de Poda	1	2,98 <sup>ns</sup>	25,82 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	791,44*	2061,61 <sup>ns</sup>	235,35 <sup>ns</sup>	2126,3472*
Erro a	2	32,07	219,09	0,06	1,02	0,46	23,79	1750,09	15,710	96,57
Genótipos	14	301,56**	999,24**	0,11**	3,99**	0,26**	345,86**	11296,17**	127,31**	1098,72**
Sistemas de Poda x Genótipos	14	35,46 <sup>ns</sup>	66,20 <sup>ns</sup>	0,02**	0,48 <sup>ns</sup>	0,15*	44,36**	643,03 <sup>ns</sup>	15,62 <sup>ns</sup>	197,30*
Erro b	56	11,91	42,26	0,01	0,35	0,07	15,77	1094,79	9,24	66,37
CV 1 (%)	-	7,35	15,51	20,14	14,56	19,69	18,02	27,24	18,19	13,38
CV 2 (%)	-	4,48	6,81	7,57	8,54	7,65	14,67	21,54	13,96	11,09
Média Geral	-	77,08	95,43	1,24	6,93	3,45	27,07	153,58	21,78	73,46

<sup>(1)</sup>diâmetro de fruto (DF), comprimento de fruto (CF), relação comprimento/diâmetro (C/D), espessura de polpa (EP), número de lóculos, número de frutos por planta (NFP), massa média de frutos (MF), produtividade precoce (PP) e produtividade total (PT).

ns: Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. \*\*: Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

**Tabela 2** – Médias do diâmetro do fruto (DF), comprimento de fruto (CF), espessura de polpa (EP), massa média de frutos (MF) e produtividade precoce (PP) de 15 genótipos de pimentão cultivado em dois sistemas de poda, em ambiente protegido. Recife – PE, UFRPE, 2013.

Genótipos	DF (mm)	CF (mm)	EP (mm)	MF (g)	PP (t. ha <sup>-1</sup> )
L 6	86,29 a	91,17 c	7,65 a	182,18 b	23,24 b
L7	67,28 c	81,66 d	7,06 a	107,97 c	15,90 c
L18	82,60 a	76,55 d	6,90 a	113,13 c	18,38 c
L19	76,09 b	90,41 c	7,70 a	110,20 c	19,62 c
L6 x ATL	82,14 a	100,83 b	6,82 a	169,51 b	27,07 a
L6 x VAL	83,11 a	102,48 b	7,20 a	213,88 a	27,24 a
L7 x ATL	74,93 b	87,67 c	6,98 a	122,82 c	19,45 c
L7 x VAL	74,14 b	92,36 c	7,26 a	120,35 c	18,81 c
L19 x ATL	77,45 b	98,30 b	7,21 a	158,32 b	24,40 b
Paloma	77,18 b	104,18 b	7,11 a	183,53 b	23,47 b
Impacto	76,40 b	104,78 b	6,68 a	138,95 c	25,15 b
Rúbia	80,39 a	103,45 b	6,83 a	179,30 b	24,15 b
Atlantis	76,77 b	103,60 b	7,11 a	182,48 b	22,28 b
Valdor	83,44 a	122,38 a	7,32 a	235,61 a	26,75 a
All Big	58,0 d	71,69 d	4,17 b	85,45 c	10,81 d

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade

O híbrido Valdor apresentou maior comprimento médio de fruto, com média de 122,38 mm, diferindo significativamente dos demais genótipos, caracterizando frutos de tamanho grande (Tabela 2). Este híbrido também apresentou um dos maiores valores de espessura de polpa, não diferindo significativamente dos demais genótipos, com exceção da cultivar All Big que apresentou 4,17 mm, sendo a menor espessura de polpa. Frizzone et al. (2001), ao trabalhar com a cultura do pimentão do grupo amarelo, verificaram médias inferiores de espessura de polpa, variando de 2,5 a 5,6 mm, superando apenas a cultivar All Big. Vale ressaltar que frutos que apresentam polpa mais espessa, são mais resistentes ao transporte, têm maior duração pós-colheita e maior rendimento em massa e maior preferência pelo mercado consumidor.

Os híbridos Valdor (235,61 g) e L6 x VAL (213,88 g), ambos do grupo amarelo, produziram frutos com maior massa, respectivamente, e semelhantemente aos resultados obtidos por Charlo et. al, (2009) quando avaliaram híbridos de pimentões amarelos em casa de vegetação em cultivo hidropônico.

A produção precoce dos genótipos representou em média 30% da produção total, independente do sistema de poda (Tabela 2). Dois híbridos se destacam por sua produção precoce elevada, L6 x VAL (27,24 t.ha<sup>-1</sup>) e L6 x ATL (27,07 t.ha<sup>-1</sup>), não diferindo estatisticamente da melhor testemunha comercial Valdor (26,75 t.ha<sup>-1</sup>). Isso se

deve ao fato de que os híbridos triplos possuem potencial produtivo equivalente aos híbridos simples (PATERNIANI et al., 2006; PATERNIANI et al., 2002) e que para produtividade precoce esse rendimento pode repercutir em um rápido retorno econômico para o produtor. Já a cultivar All Big, neste experimento, apresentou uma produção precoce muito baixa, diferindo estatisticamente em relação aos demais genótipos com média de 10,81 t.ha<sup>-1</sup>. Aliado ao diâmetro, comprimento e espessura de polpa, essa cultivar demonstra possuir frutos com características inapropriados para o produtor e comércio devido ao pequeno tamanho e baixa produção precoce quando cultivada neste sistema.

Para os genótipos dentro do sistema de poda 1-2-4, a linhagem 7, os híbridos simples Paloma, Rúbia, Impacto, Atlantis, Valdor, os híbridos triplos L7 x VAL, L19 x ATL, e a cultivar All Big apresentaram os maiores valores, variando de 1,24 a 1,42 na relação comprimento/diâmetro do fruto, diferindo dos demais genótipos (Tabela 3). Segundo Charlo et al. (2009), esta relação está ligada ao formato do fruto, sendo que os frutos de formato quadrado, apresentam relação comprimento/diâmetro mais próxima de 1. Frutos mais alongados, sejam eles dos grupos retangular ou cônico, apresentam relação mais distante de 1. Atualmente os consumidores do Nordeste têm preferência por frutos de formato quadrado e retangular, portanto esses genótipos apresentam frutos de maior aceitação no comércio.

No sistema de poda 1-2-4-N, o híbrido simples Valdor apresentou o maior valor para a relação comprimento/diâmetro do fruto (1,51), apresentando tendência de frutos alongados, diferindo dos demais genótipos, que em contrapartida tendem a apresentar formato de fruto de quadrado a alongado (cônico, semi-cônico ou retangular), pois apresentam valores próximos de 1, com exceção da linhagem 18, que inclusive nos dois sistemas de poda apresentaram valores abaixo de 1, caracterizando formato de fruto quadrado.

Para a variável número de lóculos no sistema 1-2-4, as linhagens L6, L18 e L19; os híbridos simples Impacto, Rúbia, Paloma; os híbridos triplos L6 x ATL, L6 x VAL e L7 x VAL juntamente com a cultivar All Big, apresentaram os maiores valores, em média 3,56 lóculos, indicando que tais genótipos apresentam de 3 a 4 lóculos, diferindo dos demais que apresentaram média de 3,18 lóculos, ou seja, frutos com 2 a 4 lóculos. Enquanto que para a mesma variável no sistema 1-2-4-N, as linhagens L-7 e L-18 e os híbridos triplos L7 x ATL e L7 x VAL apresentaram os menores valores, tendo de 2 a 4 lóculos (3,04 lóculos) e os demais genótipos com 3 a 4 lóculos (3,61 lóculos), sendo

estes últimos os preferidos no comércio, além de que frutos com maior número de lóculos repercutem em maior massa de fruto.

As plantas que mais produziram frutos foi a cultivar All Big, sendo no sistema 1-2-4 em média 52,91 frutos e no sistema 1-2-4-N em média 47,50 frutos, diferindo significativamente, dos demais genótipos em ambos os sistemas, com exceção da linhagem 18 no sistema 1-2-4-N. Vale ressaltar que a cultivar All Big nesse experimento, em ambos os sistemas de podas, apesar do número elevado de frutos por planta apresenta uma série de características indesejáveis comercialmente, sendo inferior em: diâmetro de fruto, comprimento de fruto, massa de frutos, espessura de polpa, produtividade precoce e total.

O híbrido simples Valdor ( $94,14 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) e o híbrido triplo L6 X VAL ( $88,79 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) ambos do grupo de pimentões amarelos, apresentaram produtividade total superior em relação aos demais genótipos no sistema de poda 1-2-4, mesmo sendo estes genótipos os que apresentaram os menores números de frutos por planta. Já no sistema 1-2-4-N, os genótipos que apresentaram as maiores produtividades foram os híbridos simples Valdor ( $102,64 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), Rúbia ( $92,63 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), Impacto ( $91,82 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), Paloma ( $84,44 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) e Atlantis ( $82,0 \text{ t}^{-1}\cdot\text{ha}$ ) e o híbrido triplo L6 x VAL ( $96,14 \text{ t}^{-1}\cdot\text{ha}$ ), em que nas condições em que o trabalho foi realizado, possivelmente podem ser incorporados ao atual sistema produtivo do pimentão, na Zona da Mata do Estado de Pernambuco. O sucesso do desempenho dos híbridos deste trabalho se deve certamente a sua heterose, manifestada, sobretudo nos caracteres componentes de rendimento.

De modo geral, a produtividade de pimentão nos sistemas de poda estudados 1-2-4 e 1-2-4-N em ambiente protegido e hidropônico, utilizando pó da casca de coco, foi muito expressiva, sendo recomendado para estes genótipos o sistema 1-2-4-N, pois se trata de uma poda reduzida em que diminuirá o custo com mão-de-obra e consequentemente os custos de produção, porém, ainda existe uma carência de informações na literatura sobre este sistema de cultivo.

**Tabela 3** – Médias da relação comprimento/diâmetro de fruto (C/D), número de lóculos (NL), número de frutos por planta (NFP) e produtividade total (PT) de 15 genótipos de pimentão cultivado em dois sistemas de poda, em ambiente protegido. Recife – PE, UFRPE, 2013.

Genótipos	C/D		NL		NFP		PT (t. ha <sup>-1</sup> )	
	1-2-4	1-2-4-N	1-2-4	1-2-4-N	1-2-4	1-2-4-N	1-2-4	1-2-4-N
L 6	1,05 c	1,07 c	3,84 a	3,73 a	18,08 c	17,50 c	75,14 b	70,75 b
L7	1,24 a	1,18 c	2,97 b	3,13 b	24,97 b	32,28 b	39,29 c	64,26 c
L18	0,93 c	0,92 d	3,61 a	3,28 b	26,55 b	41,61 a	49,21 c	77,22 b
L 19	1,18 b	1,18 c	3,65 a	3,35 a	24,16 b	29,16 b	55,33 c	54,38 c
L6 x ATL	1,18 b	1,28 b	3,49 a	3,61 a	24,16 b	27,91 b	70,64 b	78,25 b
L6 x VAL	1,21 b	1,25 b	3,75 a	3,64 a	19,58 c	26,66 b	88,79 a	96,14 a
L7 x ATL	1,16 b	1,17 c	3,20 b	2,87 b	20,83 c	31,80 b	47,11 c	70,73 b
L7 x VAL	1,41 a	1,11 c	3,56 a	2,90 b	20,30 c	31,66 b	56,11 c	71,70 b
L19 x ATL	1,30 a	1,23 b	3,17 b	3,56 a	27,08 b	28,48 b	73,24 b	77,02 b
Paloma	1,37 a	1,37 b	3,45 a	3,56 a	16,33 c	26,70 b	73,10 b	84,44 a
Impacto	1,38 a	1,37 b	3,44 a	3,74 a	26,25 b	33,04 b	73,88 b	91,82 a
Rúbia	1,26 a	1,31 b	3,47 a	3,53 a	20,41 c	30,95 b	79,92 b	92,63 a
Atlantis	1,33 a	1,37 b	3,26 b	3,57 a	19,16 c	19,16 c	78,02 b	82,00 a
Valdor	1,42 a	1,51 a	3,34 b	3,75 a	20,75 c	26,25 b	94,14 a	102,64 a
All Big	1,41 a	1,11 c	3,41 a	3,72 a	52,91 a	47,50 a	75,18 b	60,92 c

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade

## 6. CONCLUSÕES

1. Os híbridos e triplos, de maneira geral, superam agronomicamente as linhagens e a cultivar All Big;
2. Vários genótipos apresentam características agronômicas bastante satisfatórias, destacando-se o híbrido simples Valdor e o híbrido triplo L6 x VAL;
3. Os sistemas de poda influenciaram no desempenho do pimentão para os caracteres número de frutos por planta e produtividade total;
4. Recomenda-se o sistema de poda 1-2-4-N, pela redução nos custos de produção e principalmente pela maior produtividade.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLANK, A. F.; SOUZA, R. J. de; GOMES, L. A. A. **Produção de pimentão em estufa**. Lavras: UFLA, 1995. 15p.

CEASA-PE. Calendário de comercialização. Recife: **Central de Abastecimento Alimentar de Pernambuco, 2012**.

<[http://www.ceasape.org.br/calend\\_municipios.php](http://www.ceasape.org.br/calend_municipios.php)>. 01 Out. 2013.

CHARLO, H.C.O.; CASTOLDI, R.; FERNANDES, C.; VARGAS, P.F.; BRAZ, L.T. Cultivo de híbridos de pimentão amarelo em fibra da casca de coco. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p.155-159, 2009.

ECHER, M. M.; FERNANDES, M. C. A.; RIBEIRO, R. L. D.; PERACCHI, A.L. Avaliação de genótipos de *Capsicum* para resistência a ácaro branco. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p.217-221, 2002.

<<http://www.scielo.br/pdf/hb/v20n2/14451.pdf>>. 28 Out. 2013. doi:10.1590/S0102-05362002000200020.

FINGER, F.L.; SILVA, D.J.H. **Cultura de pimentas e pimentões**. In: FONTES, P. C. R. (Org.). Olericultura: Teoria e prática. Viçosa, MG. UFV, 2005. 434p.

FONTES P. C. R.; DIAS E. N.; SILVA D. J. H. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira** v. 23, p.94-99, 2005.

FRIZZONE, J. A; GONÇALVES A. C. A; REZENDE R. **Produtividade do pimentão amarelo, *Capsicum annum* L., cultivado em ambiente protegido em função do potencial mátrico de água no solo**. Acta Scientiarum. v. 23, n. 5, p.1111-1116, 2001.

FURLANI, P. R.; BOLONHEZI, D.; SILVEIRA, L.C.P.; FAQUIN, V. Nutrição mineral de hortaliças, preparo e manejo de soluções nutritivas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p.90-98, set./dez., 1999.

GOMEZ-GUILAMÓN. M.L.; FLORES, R.C.; GONZALES-FERNANDEZ, J.J. El melon in invernadero. In: Vallesspir, A.N. *Melones*. Barcelona: Ediciones de Horticultura, 67- 77p.1997.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**, 2010.

MESQUITA, J. C. P.; **Determinação da heterose e da capacidade geral e específica de combinação para dez características agronômicas em pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. Dissertação de mestrado. Recife, UFRPE p.59. 2008.

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

NASCIMENTO, W. N.; BOITEUX, L. S. Produção de sementes de pimentão em Brasília. **Horticultura Brasileira**, v. 10, p. 125-6, 1992.

OLIVEIRA, R. M. B.; OLIVEIRA, F. A.; VIANA, J. S.; MOURA, F. M.; Santos, C. G. Manejo da irrigação e da adubação nitrogenada sobre a qualidade dos frutos do pimentão em condições controladas. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p.376-377, 2003.<<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/olna4093c.pdf>>. 28 Out. 2013.

PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; DUDIENAS, C.; SAWAZAKI, E.; LUDERS, R. R. Variabilidade genética de híbridos triplos de milho para resistência à ferrugem tropical. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.1, 2002. 63-69p.

PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; LUDERS, R.R.; DUARTE, A.P.; GALLO, P.B.; SAWAZAKI, E. Desempenho de híbridos triplos de milho obtidos de top crosses em três locais do estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.4, 2006.597-605p.

RINALDI, M. M.; SANDRI, D.; RIBEIRO, M.O.; AMARAL, A.G. Características físico-químicas e nutricionais de pimentão produzido em campo e hidroponia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, 2008.558-563p.  
<[www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a09v28n3.pdf](http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a09v28n3.pdf)>. 27 Out. 2013.

RUFINO, J.L.S.; PENTEADO, D.C.S. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 235, 2006. 7-15p.