

**ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS
GENÉTICOS EM UM DIALELO DE
PIMENTA (*Capsicum chinense*
Jacq.)**


JOÃO ALENCAR DE SOUSA

1998



JOÃO ALENCAR DE SOUSA

ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM UM DIALELO DE
PIMENTA (*Capsicum chinense* Jacq.)



Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de "Doutor".

Orientador:

Prof.Dr. Wilson Roberto Maluf

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
1998

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da
Biblioteca Central da UFLA

Sousa, João Alencar de

Estimação de parâmetros genéticos em um dialeto
de pimenta (*Capsicum chinense* Jacq.) / João Alencar de
Sousa.--Lavras: UFLA, 1998

91p. : il.

Orientador: Wilson Roberto Maluf

Tese (Doutorado) – UFLA

Bibliografia.

1. Pimenta– híbrido. 2. Melhoramento genético. 3. *Capsicum
chinense*. 4. Dialeto. 5. Cruzamento. I. Universidade Federal de
Lavras. II. Título.

CDD-635.6433

JOÃO ALENCAR DE SOUSA

**ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM UM DIALELO DE
PIMENTA (*Capsicum chinense* Jacq.)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de "Doutor".


APROVADA em 16 de outubro de 1998

Prof. Marcelo Tavares UFU

Dr. Ernani Clarete da Silva BOLSISTA - (FAPEMIG)

Prof. Eduardo Bearzoti UFLA

Prof. Rovilson José de Souza UFLA


Prof. Wilson Roberto Maluf
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT

PHYSICS 439

LECTURE 1

LECTURE 1

LECTURE 1

LECTURE 1

LECTURE 1

LECTURE 1

LECTURE 1

LECTURE 1

LECTURE 1

LECTURE 1



À minha esposa Mariangela
pelo amor, estímulo, carinho
e compreensão.

DEDICO

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade concedida;

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – CAPES, pela concessão de bolsa de estudos durante os dois primeiros anos de curso;

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) , especialmente ao Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre (CPAF Acre), pelo apoio e oportunidade a mim concedida de concluir este curso;

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos (CTAA RJ)/Embrapa, pelo apoio na realização das análises de capsaicina;

À Universidade Federal do Acre – UFAC/UTAL e ao pesquisador Flávio Pimentel da Embrapa Acre, pelo apoio na realização da preparação das amostras para as análises de capsaicina;

Ao professor Vicente Wagner Dias Casali (UFV), pela concessão dos materiais utilizados como genitores neste trabalho;

Ao professor Ricardo Magela (UFLA), pela identificação da bactéria, que foi de fundamental importância para a realização deste trabalho;

Ao amigo e professor Wilson Roberto Maluf, pela confiança, pelo apoio e disponibilidade; pela orientação segura e valiosa, pelos inúmeros ensinamentos, pelo exemplo de humildade e competência; pelo meu ingresso na atividade científica e pelo teor desta tese;

Aos professores Rovilson José de Souza, Eduardo Bearzoti e Marcelo Tavares e o pesquisador Ernani Clarete da Silva, pela amizade e valiosas contribuições;

A todos os professores e funcionários do Departamento de Agricultura, pelos ensinamentos, pelo saudável convívio, amizade e apoio.

A todos os funcionários da Embrapa Acre, que contribuíram de alguma forma para o êxito deste trabalho, especialmente, a Hailton Melo, Roberto Sampaio, José Gutenberg, Pedro Raimundo, Edyr Marinho, Francisco Léo, Amauri Siviero, Wellington França, Marcelo Nascimento, Aurenny, aos então estagiários Ari e Marcos Rocha.

Aos amigos Giovana e Eduardo Bearzoti, Ernani Clarete e Lucilene, Luiz Gomes e Rosana, pelo incentivo, pelo apoio, pelo carinho e pela grande amizade que tenho o prazer de compartilhar.

Aos colegas do curso de Pós-graduação, cuja amizade e apoio tomaram-me possível enfrentar as dificuldades sobrevindas e, em particular, aos: Joelson, José Antônio, Arie, Ana Cláudia, Sebastião Márcio, Humberto Umbelino, Luciane, Francisco e Juliano Vilela, Gustavo, Walter, José Ricardo, Fernando Juliatti, Magno, Renato Inhecco, João Menegucci, Luciano, Ivan, Leonardo, Patrícia, Afrânio e Edson.

Aos funcionários da Biblioteca da UFLA, pela presteza no atendimento em particular ao Marcinho.

Aos amigos lavrenses, Sr. José Augusto e Dona Ana, Murilo e Lêda, Amauri e Silvia, Eduardo Penido, pela amizade, apoio e incentivo.

Aos meus pais, irmãos, sogros, cunhados, sobrinhos, e demais membros da minha família, pelo amor, carinho, incentivo e apoio.

A todos os que contribuíram de alguma forma, para o êxito deste trabalho, pois seria impossível enumerá-los.

BIOGRAFIA

JOÃO ALENCAR DE SOUSA, filho de José Alencar de Sousa e Terezinha Bezerra de Souza, nasceu em Natal-RN, no dia 23 de agosto de 1964.

Concluiu o curso de Agronomia na Escola Superior de Agricultura de Mossoró – ESAM, em 1989.

Em 1991, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, na Escola Superior de Agricultura de Lavras – ESAL, tendo concluído em fevereiro de 1993.

Em março de 1993, iniciou o curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, na Universidade Federal de Lavras – UFLA.

Em dezembro de 1994, foi contratado pela Embrapa, para trabalhar no Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre (CPAF Acre), na área de Olericultura.

Em outubro de 1998, concluiu o curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, na Universidade Federal de Lavras – UFLA.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRAT	iii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 A espécie <i>Capsicum chinense</i>	3
2.2 Heterose.....	6
2.3 Análise dialética	9
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Local.....	14
3.2 Material experimental.....	14
3.3 Descrição dos genitores.....	15
3.4 Produção das sementes híbridas F ₁	17
3.5 Instalação e condução do ensaio no campo.....	18
3.6 Caracteres avaliados.....	20
3.7 Método de avaliação do teor de Capsaicina nos frutos	24
3.8 Análise de variância.....	24
3.9 Heterose.....	26
3.10 Análise dialética de Gardner & Eberhart.....	26
3.11 Análise dialética de Jinks & Hayman.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Resumo da análise de variância	30
4.2 Avaliação dos genitores e híbridos, da heterose, análise de Gardner & Eberhart, e análise de Jinks & Hayman.....	34
4.2.1 Produção total.....	35

4.2.2	Produção precoce	42
4.2.3	Número de frutos por planta	45
4.2.4	Peso médio do fruto	47
4.2.5	Comprimento de fruto	50
4.2.6	Relação comprimento / diâmetro	54
4.2.7	Porcentagem de matéria seca nos frutos	58
4.2.8	Matéria seca de frutos por planta	60
4.2.9	Incidência de <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i> (XCV)	63
4.2.10	Resistência do pedúnculo	67
4.2.11	Teor de capsaicina no fruto	71
4.2.12	Rendimento de capsaicina por planta	74
4.2.13	Altura de planta	76
4.2.14	Número de sementes por fruto	78
4.3	Comentários Gerais	80
5	CONCLUSÕES	84
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85

RESUMO

SOUSA, João Alencar de. **Estimação de parâmetros genéticos em um dialeto de pimenta (*Capsicum chinense* Jacq.)**. Lavras: UFLA, 1998. 91p. (Tese - Doutorado em Agronomia)*

A grande maioria dos estudos realizados no gênero *Capsicum* foram desenvolvidos com a espécie *C. annum*. Informações sobre outras espécies domesticadas, particularmente *C. chinense*, são escassas. Este trabalho objetivou estimar a heterose e seus componentes em híbridos F₁, a partir de uma análise dialélica de pimentas pungentes da espécie *Capsicum chinense*, e identificar híbridos F₁ que possam ser utilizados em escala comercial e/ou cruzamentos promissores para programas de melhoramento. O trabalho foi conduzido em área experimental da Embrapa / CPAF-Acre, localizada no município de Rio Branco-AC, no período de março a outubro de 1997. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados completos com três repetições. Utilizaram-se 15 tratamentos, sendo 5 introduções de *Capsicum chinense* Jacq. (provenientes do Banco de Germoplasma de Hortaliças-BGH/UFV) e 10 híbridos F₁ resultantes do cruzamento entre esses genitores. Foram avaliados os seguintes caracteres: produção total, produção precoce, número de frutos por planta, peso médio do fruto, comprimento de fruto, relação comprimento/diâmetro, porcentagem de matéria seca nos frutos, matéria seca de frutos por planta, incidência da bacteriose causada por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, resistência do pedúnculo, teor de capsaicina no fruto, rendimento de capsaicina por planta, altura de planta e número de sementes por fruto. Houve considerável manifestação de heterose para quase todos os caracteres. A análise dialélica de Gardner e Eberhart evidenciou a importância e predominância de interações alélicas não aditivas para todos os caracteres avaliados, com exceção do caráter porcentagem de matéria seca nos frutos, onde se verificaram evidências de efeitos aditivos. A análise segundo a metodologia de Jinks & Hayman revelou a presença de ação gênica epistática para produção precoce, peso médio do fruto, matéria seca de frutos por planta, teor de capsaicina no fruto, rendimento de capsaicina por planta, altura de planta e número de sementes por fruto. O predomínio de dominância incompleta foi verificada nos caracteres porcentagem de matéria seca nos frutos, número de frutos por planta, comprimento de fruto e relação comprimento/diâmetro. Para a resistência do pedúnculo foi revelada a presença de dominância completa. Houve uma predominância de interações alélicas de dominância completa ou quase completa, para a incidência de doença causada por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. Para a produção total, o

efeito gênico detectado pela análise foi o de sobredominância. O híbrido F₁ (BGH-4285 × BGH-433) foi o de melhor desempenho para a maioria dos caracteres avaliados, sugerindo a viabilidade de sua utilização comercial a curto prazo. A médio, e/ou longo prazo, esse híbrido e seus genitores são uma ótima alternativa para programas de melhoramento dessa espécie ou em outras do gênero, principalmente, quando o programa visar resistência a *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*.

ABSTRACT

Estimation of genetic parameters in a diallel analysis of pepper (*Capsicum chinense* Jacq.)¹.

Most of the studies accomplished in the genus *Capsicum* has dealt with the species *C. annuum*. Information about other domesticated species, particularly *C. chinense*, is scarce. The objective of this work was to estimate heterosis and its components in F₁ hybrids, using a diallel analysis of pungent pepper *Capsicum chinense*, and to identify F₁ hybrids that could be used for commercial purposes and/or promising crossings for breeding programs. The work was carried out at the Embrapa / CPAF-Acre, in Rio Branco-AC, Brazil, in the period of March and October of 1997. A randomized complete block design was used with three replications. Fifteen treatments were used with five being introductions of *Capsicum chinense* Jacq. (from the Germplasm Bank of Vegetables - BGH/UFV) and ten were F₁ hybrids arising from crosses among such introductions. The following characters were evaluated: total yield, early yield, number of fruits per plant, mean fruit weight, fruit length, length/diameter ratio, percentage of fruit dry matter, fruit dry matter content per plant, incidence of the disease caused by *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, resistance of the peduncle, percentage of fruit capsaicine, capsaicine content per plant, plant height and number of seeds per fruit. There was considerable heterosis for almost all characters. The diallel analysis of Gardner and Eberhart showed the importance and predominance of non-additive allelic interactions for all the characters evaluated, except for the percentage of fruit dry matter. Diallel analysis of Jinks & Hayman revealed the occurrence of epistasis for precocious production, mean fruit weight, fruit dry matter content per plant, percentage of fruit capsaicine, capsaicine content per plant, plant height and number of seeds per fruit. Predominance of incomplete dominance was verified in the characters percentage of fruit dry matter, the number of fruits per plant, fruit length and length/diameter ratio. For the resistance of the peduncle, complete dominance was observed. Complete or near complete dominance was predominant, for the incidence of the disease caused by *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. For total production, overdominance was detected. The F₁ hybrid (BGH-4285 × BGH-433) had the highest performance for most of the characters evaluated, suggesting the viability of its commercial, short-term use. For the medium and/or long-term, such hybrid and its parents are promising for use in breeding programs of the species studied, or other *Capsicum* species, specially in programs seeking resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*.

1 INTRODUÇÃO

As pimentas do gênero *Capsicum* são originárias das Américas e possuem uma grande variabilidade, distribuída por uma ampla área geográfica, sendo cultivadas tanto em regiões tropicais quanto em temperadas. Atualmente, cinco espécies são consideradas domesticadas: *C. annuum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. baccatum* e *C. pubescens*. Porém, mais de vinte espécies selvagens já foram identificadas (Pickersgill, 1969).

As pimentas (*Capsicum spp.*) se caracterizam por apresentarem, geralmente, frutos menores que os pimentões (*C. annuum*) sendo pungentes e utilizadas como condimento. Esta pungência, tão importante econômica e taxonomicamente nesse gênero, é devida ao elevado teor de capsaicina: um derivado vanil amídico, do ácido isodecilânico, encontrado na placenta dos frutos (Casali & Couto, 1984).

Além de *C. annuum*, entre as espécies domesticadas, a *C. chinense* se destaca pela sua ampla adaptação às condições tropicais, principalmente com relação a sua resistência a doenças. As pimentas de bode, de cheiro e murici são as mais conhecidas, e a Bacia Amazônica é a principal zona de diversidade dessa espécie, porém, ela pode ser encontrada desde a América Central até o sul do Brasil (Pickersgill, 1969).

Atualmente, existe o interesse, por parte dos melhoristas, que trabalham com o gênero, em desenvolver cultivares de pimentão e pimenta pungente, com base em outras espécies de *Capsicum* diferentes de *C. annuum*, principalmente em programas, que visam resistência a doenças, maior produtividade e para o melhoramento de características com objetivos industriais.

No gênero *Capsicum*, particularmente em *C. chinense*, existe uma grande variabilidade, que pode ser usada em programas de melhoramento. Os métodos de melhoramento comumente utilizados no gênero são o retrocruzamento e a hibridação, seguida da condução das gerações segregantes, utilizando registro individual (método genealógico). Nos últimos anos, também têm sido dada ênfase à obtenção de híbridos F₁, principalmente em pimentão (Galveas, 1988 e Miranda, 1987), tornando o uso comercial de híbridos F₁ de pimentão uma forma eficiente e rápida para melhorar a qualidade dos frutos e aumentar a produção (Miranda, 1987).

A presença e a magnitude da heterose, manifestada nos híbridos F₁, fornece uma perspectiva da viabilidade de se obter cultivares híbridas. Além disso, o estudo mais aprofundado de parâmetros genéticos, permite ao melhorista, escolher as melhores combinações híbridas, para o caráter considerado, tanto para selecionar populações segregantes, com maiores possibilidades de gerar linhagens superiores, como para utilização imediata na forma de híbridos F₁ comerciais.

Quase que na sua totalidade, os estudos genéticos realizados no gênero *Capsicum* foram desenvolvidos com a espécie *C. annum*. As informações sobre modos de interação alélica e heterose em outras espécies domesticadas, particularmente *C. chinense* são escassas. Assim, objetivou-se com esse trabalho, estimar a heterose em híbridos F₁, provenientes de uma análise dialélica de pimentas pungentes, da espécie *Capsicum chinense*, bem como, a identificação dos híbridos F₁, que possam ser utilizados em escala comercial, e/ou em cruzamentos promissores em programas de melhoramento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A espécie *Capsicum chinense*

Antes mesmo do advento da agricultura, o homem já utilizava o gênero *Capsicum* ssp, de acordo com os registros arqueológicos de até 7000 a.C., em sítios da América Central e do Sul, onde foram encontrados restos de frutos, sementes, pedúnculos, etc., em níveis primários de escavações (Pickersgill, 1969).

No final do século XV, à procura pela pimenta-do-reino (*Piper nigrum*), especiaria que vinha se tornando escassa nas Índias, os navegantes, os exploradores portugueses e espanhóis, encontraram nas Américas, as pimentas do gênero *Capsicum*. Devido a sua pungência, as pimentas foram aceitas no Velho Mundo muito mais rapidamente do que outras solanáceas, de origem americana, como o tomate e a batata, vindo a se tornar um condimento alternativo à pimenta-do-reino. Segundo especialistas, na Índia, em 1542, já eram cultivadas pimentas do gênero *Capsicum*, provenientes da América do Sul (Casali & Couto, 1984).

A partir da introduções na Europa, as espécies do gênero *Capsicum*, sofreram uma divisão, em termos de seleção, tendo surgido dois importantes grupos: os pimentões e as pimentas. Os pimentões, através de introduções de *Capsicum annuum*, foram por um longo período selecionados para que apresentassem frutos maiores —em relação às pimentas—, paladar não pungente, além de serem habitualmente consumidos na forma de saladas, cozidos ou recheados. Já as pimentas (*Capsicum* spp.) foram selecionadas, para que apresentassem, normalmente, frutos menores que os pimentões, paladar pungente e na maioria dos casos, sendo utilizadas como condimento (Cabrera,

1986). Essa pungência, tão importante econômica e taxonomicamente nesse gênero, é devida ao elevado nível de capsaicina, um derivado vanil amídico, do ácido isodecilânico, encontrado na placenta dos frutos (Casali & Couto, 1984).

As pimentas do gênero *Capsicum* são originárias das Américas e possuem uma grande variabilidade, distribuída por uma ampla área geográfica, sendo hoje cultivadas, tanto em regiões tropicais, quanto em temperadas. Atualmente, cinco espécies são consideradas domesticadas: *C. annuum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. baccatum* e *C. pubescens* (Eshbaugh, 1980 e IBPGR Secretariat, 1983). Dentre estas, apenas a última não é cultivada no Brasil. Porém, de vinte a trinta espécies selvagens já foram identificadas (Pickersgill, 1969). No Brasil, as que mais se destacam são: *C. praetermissum*, *C. buforum* e *C. schottianum* (Casali & Couto, 1984).

Os cruzamentos interespecíficos, até mesmo entre grupos de espécies de flor branca e de flor roxa, que são citotaxonomicamente distintos, são possíveis, utilizando-se para isso, técnicas como as do uso da diversidade gamética e cruzamento em ponte. Em vários trabalhos desenvolvidos com o objetivo de verificar as possibilidades de cruzamento, nenhuma das espécies estudadas (*C. annuum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. baccatum* e *C. pubescens*, além de algumas espécies selvagens), apresentou isolamento reprodutivo às demais, podendo-se assim, transferir genes de uma espécie à outra (Smith & Heiser Junior, 1951; Pickersgill, 1966; Casali & Couto, 1984 e IBPGR Secretariat, 1983).

Quase que em sua totalidade, os estudos realizados no gênero *Capsicum* foram desenvolvidos com a espécie *C. annuum*. Apesar da enorme variabilidade genética que o gênero possui para um grande número de características de interesse agrônômico (Ribeiro, 1987), as informações sobre outras espécies domesticadas, particularmente, *C. chinense* são escassas.

Fontes de resistência às principais doenças, que atacam à cultura de pimentão e pimenta, como *Phytophthora capsici*, *Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria* e vírus Y, já foram identificadas no gênero *Capsicum*, em estudos realizados pelo Departamento de Genética da ESALQ/USP (Cabrera, 1986).

Além de *C. annuum*, entre as espécies domesticadas, a espécie *C. chinense*, destaca-se pela sua ampla adaptação às condições tropicais—principalmente com relação à sua resistência às doenças—, além de apresentar uma variabilidade muito grande, quanto aos caracteres vegetativos, florais e de fruto, o que é explicado pelo seu sistema reprodutivo, e também o longo período de associação com o homem (Ribeiro, 1987). Essa espécie, que é representada pelas assim chamadas: pimentas de bode, de cheiro e murici, tem seu registro arqueológico mais antigo, no Perú, a 1.200 a.C., e, como principal zona de diversidade, a Bacia Amazônica. Porém, pode ser encontrada desde da América Central até o sul do Brasil (Pickersgill, 1969).

A espécie *C. chinense* é essencialmente autógama, com algum grau de alogamia, promovido por insetos, principalmente abelhas (Ribeiro, 1987). Híbridos de alta ou média fertilidade foram obtidos, quando *C. chinense* foi cruzado com *C. frutescens*, e de baixa fertilidade, quando cruzado com *C. baccatum*, sendo o último o genitor masculino. Contudo, quando cruzado com *C. annuum* var. *annuum* e *C. annuum* var. *minimum*, os híbridos apresentaram, respectivamente, baixa e alta fertilidade. Todavia, as populações de cada espécie utilizadas no cruzamento interespecífico podem determinar a viabilidade do cruzamento (Pickersgill, 1966).

Várias são as características, que distinguem a espécie *Capsicum chinense* das demais espécies do gênero: as flores se apresentam em número de duas a cinco por nó (dificilmente solitárias); o pedicelo pode estar ereto, pendente, ou inclinado na antese, (normalmente está pendente); a corola é branca ou branca esverdeada, sem manchas na base dos lobos, que são retos; o

cálice apresenta-se com uma constrição típica, na junção com o pedicelo; a polpa do fruto é firme; as sementes são de cor palha, e, normalmente, são irregularmente enrugadas; o número de cromossomos é de $2n = 24$, com um par de cromossomos acrocêntricos (IBPGR Secretariat, 1983 e Casali & Couto, 1984).

2.2 Heterose

A compreensão e utilização do fenômeno da heterose tem sido motivo da atenção e dedicação de inúmeros pesquisadores, nesse século. Com bastante frequência, tem sido utilizada em plantas como um meio eficiente para incrementar a produtividade (Patemiani, 1973).

O primeiro a propor a terminologia *heterose* para descrever a expressão genética dos efeitos benéficos da hibridação, ou seja, o vigor do híbrido expresso em gerações heterozigotas, provenientes de cruzamento entre indivíduos, divergentes genotipicamente, foi G.H. Shull (Brewbaker, 1969).

A heterose (vigor do híbrido) é verificada, quando a média de qualquer caráter quantitativo na população F_1 sofre desvio da média dos genitores, ou da média do genitor superior (Popova & Mihailov, 1976). A heterose pode se expressar em aumento de tamanho, vigor, crescimento, rendimento, entre outros (Miranda, 1987), sendo altamente variável, quanto ao seu nível de expressão (Fehr, 1987), embora seja comum, em um número bastante significativo de espécies (Patemiani, 1974).

Na quantificação da heterose, pode-se utilizar a diferença entre o valor da geração F_1 e o valor da média dos genitores (heterose relativa à média dos pais), embora do ponto de vista prático ou comercial seja comumente avaliada, em relação ao genitor superior (heterobeltiose), ou em relação a uma cultivar padrão (heterose padrão). Os resultados são normalmente expressos em porcentagem, sendo o valor médio dos genitores igual a cem (Paterniani, 1974).

Ainda é bastante discutida uma explicação genética inequívoca para a heterose, embora seu uso seja muito difundido, para fins agrônômicos (Williams, 1959, citado por Noda, 1980). Contudo, sabe-se que a heterose e sua expressão são propriedades de características quantitativas, como: produção, altura e eficiência reprodutiva e que são também, o resultado de interações complexas, entre processos de desenvolvimentos mais simples (Noda, 1980).

Duas hipóteses foram propostas na tentativa de explicar a heterose: a primeira, da dominância, que atribui o vigor de híbrido à ação complementar de alelos dominantes e foi proposta por Davenport, em 1908, Bruce, em 1910 e Keeble & Pellew, em 1910; a segunda, a da sobredominância, considera que a condição heterozigota confere maior vigor, por si só, do que qualquer condição homozigota, foi proposta por Shull, em 1908 e East, em 1908 (Paterniani, 1974). No primeiro caso, a explicação para a heterose seria a acumulação de alelos dominantes favoráveis, em diferentes locos; no segundo caso, uma interação entre diferentes alelos, no mesmo loco, aconteceria de maneira que o resultado final favoreceria mais ao organismo, do que à ação de cada loco em condição homozigota (Jones, 1958, citado por Noda, 1980).

Por não se excluírem mutuamente é bem possível que as duas hipóteses, sugeridas anteriormente, contribuam em maior ou menor amplitude, para o vigor híbrido (Paterniani, 1974). Isso foi evidenciado, quando alguns

experimentos foram conduzidos, na tentativa de conseguir evidências em prol de uma das duas teorias e não se conseguiram resultados suficientemente convincentes, para que fosse possível a exclusão de uma das duas hipóteses (Viegas & Miranda Filho, 1978).

Ao nível molecular, a heterose seria devida à heterogeneidade alélica de isoenzimas, que permitiria um aproveitamento mais eficiente dos aminoácidos disponíveis (Heidrich Sobrinho & Cordeiro, 1975, citados por Monteiro, 1975).

Não obstante, as dúvidas existentes para uma explicação genética da heterose, a sua exploração para fins agronômicos tem sido de considerável sucesso. Embora sua maior expressão esteja entre as plantas alógamas, a heterose também assume uma grande importância em algumas espécies autógamias, principalmente, em algumas olerícolas. A heterose tem sido observada e utilizada em espécies como: milho, sorgo, cebola, repolho, cenoura, beterraba, algodão, cucurbitáceas (Patemiani, 1974), tomate (Maluf et al., 1982; Melo, 1987), berinjela (Ikuta, 1969; Sousa, 1993), e pimentão (Ikuta & Vencovsky, 1970; Braz, 1982; Galveas, 1988; Tavares, 1993).

De maneira geral, o principal efeito esperado da heterose está relacionado a ganhos na produtividade, porém, um número relativamente grande de características agronômicas e economicamente importantes são melhoradas, e/ou exploradas com a utilização da heterose (Allard, 1971).

Entre outras vantagens advindas da exploração comercial da heterose, através do uso de sementes híbridas F_1 , inclui-se a obtenção de um produto de qualidade superior, mais uniforme e padronizado, logicamente, de aspecto melhorado. Em hortaliças, particularmente, os parâmetros qualitativos são tão, ou mais importantes, do que uma alta produtividade. Também os híbridos F_1 , em

geral, costumam apresentar uma maior adaptação e produção mais estável, quando ocorrem variações entre anos e locais, ou seja, maior homeostase (menor interação genótipo \times ambiente) (Paterniani, 1974).

A heterose, ou o vigor de híbrido, pode ser usada com vantagem, quando se tem um produto comercial de alto valor e o gasto com sementes por área for pequeno, a exemplo do tomate e do pimentão, ou quando a semente híbrida é produzida a preços relativamente baixos, como nos casos do milho e da berinjela (Miranda, 1987).

Outra vantagem da utilização de híbridos F_1 é a garantia de controle que as empresas, tanto particulares quanto públicas, têm dos seus novos produtos; esse controle funciona como uma verdadeira patente natural, permitindo maiores e mais seguros investimentos por parte das empresa, no melhoramento de espécies tanto alógamas quanto autógamias (Miranda, 1987).

2.3 Análise dialéctica

Os métodos, que envolvem hibridação, dominam o melhoramento genético das espécies autógamias. Esse lugar de destaque deve-se ao fato da hibridação de cultivares e linhagens possibilitar a recombinação da variabilidade existente, produzindo novas cultivares adaptadas às diversas finalidades (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993). O objetivo principal do melhoramento por hibridação é o de concentrar, em um só material genético, dois ou mais fenótipos desejáveis, que se encontram em cultivares, ou linhagens diferentes. Dessa forma, com o cruzamento entre indivíduos portadores de fenótipos

diferentes, espera-se gerar uma população com alta variabilidade genética, na qual a seleção terá maior probabilidade de êxito. Contudo, é necessário ressaltar que a hibridação pode ter conseqüências tanto desfavoráveis quanto favoráveis (Allard, 1971).

Em programas de melhoramento, em que se opta pela hibridação, o maior problema, e/ou a primeira grande dificuldade, corresponde à escolha dos genitores a serem cruzados para formar a população híbrida, devido ao grande número de materiais, normalmente, disponíveis (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993). Além dessa dificuldade, o melhorista terá ainda que definir como realizar as hibridações e de que maneira as populações segregantes serão conduzidas.

Portanto, uma escolha equivocada dos materiais a serem cruzados, compromete todas as demais etapas e, conseqüentemente, o êxito do programa. Está, dessa forma, o sucesso do programa por hibridação, totalmente dependente de uma escolha criteriosa dos genitores. Logicamente, outros fatores influenciam nessa decisão e entre eles pode-se citar a fonte de germoplasma disponível, os caracteres a serem melhorados e o controle genético dos caracteres (Fehr, 1987).

Pode-se dizer que os processos de escolha de genitores, atualmente disponíveis, baseiam-se em dois critérios: utilização apenas das informações dos próprios genitores e a utilização do comportamento das suas progênes (Baezinger e Peterson, 1991). Entre estes últimos, estão incluídos os cruzamentos dialélicos, à estimação de $(m + a)$ e o método de Jinks e Pooni (1976). Destes, os cruzamentos dialélicos têm sido os mais utilizados, em vários gêneros vegetais, inclusive em *Capsicum* (Miranda, 1987 e Tavares, 1993), mais especificamente, na espécie *Capsicum chinense* (Cabrera, 1986).

Os cruzamentos dialélicos auxiliam na escolha de genitores a partir de seus valores genéticos e, principalmente, na sua capacidade de se combinar em híbridos que produzam populações segregantes promissoras. Este método ainda

torna possível conhecer o controle genético dos caracteres, o que orienta o melhorista, na condução das populações segregantes e na seleção (Vencovsky e Barriga, 1992; Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993; Cruz e Regazzi, 1994).

Entre os esquemas de cruzamentos dialélicos utilizados, o que exhibe todas as combinações possíveis é o da tabela dialélica completa, que corresponde ao intercruzamento de n materiais, dois a dois, produzindo n^2 combinações possíveis. Essas n^2 combinações correspondem aos n materiais, $n(n-1)/2$ híbridos simples e $n(n-1)/2$ recíprocos dos híbridos simples. Porém, a tabela dialélica completa não é o único esquema de cruzamento utilizado, e algumas variações deste esquema foram introduzidas, como a exclusão dos genitores, totalizando $n(n-1)$ combinações, ou tratamentos experimentais (ou seja, a utilização dos híbridos e seus recíprocos). Contudo, as variações mais utilizadas correspondem ao emprego dos genitores e seus cruzamentos, sem os recíprocos (perfazendo $n(n+1)/2$ combinações), ou a não inclusão dos genitores e dos cruzamentos recíprocos, utilizando apenas $n(n-1)/2$ cruzamentos (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993).

Quando a utilização de um dos esquemas supracitados elevar muito o número de cruzamentos, principalmente, se comparado ao dialélico completo, outro esquema de cruzamentos é sugerido — o dialélico parcial—, que corresponde ao intercruzamento de dois grupos com I e J genitores, sendo avaliadas, experimentalmente, as IJ combinações híbridas e os dois grupos de genitores (Hallauer e Miranda Filho, 1982).

O conceito de análise dialélica foi introduzido por Sprague e Tatum (1942), sendo que desde então, foram propostos vários métodos para a análise das tabelas dialélicas e, entre eles, os mais empregados são os métodos de Jinks e Hayman (1953), Griffing (1956) e Gardner e Eberhart (1966).

No método de Jinks e Hayman (1953) pode-se utilizar as gerações F_1 , F_2 e os retrocruzamentos, tanto na tabela dialélica completa, com n^2

combinações, quanto com a exclusão dos recíprocos, com $n(n+1)/2$ combinações. Neste método, os dados da tabela dialélica podem ser utilizados para se fazer uma análise de variância, que fornece informações sobre a presença dos efeitos genéticos aditivos e dominantes. O método permite estimar componentes da variância genética e parâmetros genéticos de importância prática, como, por exemplo, às herdabilidades, tanto no sentido amplo quanto restrito e o grau médio de dominância (Mather e Jinks, 1971). Também podem ser estimados outros parâmetros, como a proporção de alelos, com efeitos positivos e negativos nos parentais, razão entre o número total de genes dominantes e recessivos nos parentais e grau de dominância por loco (Hayman, 1954; Mather e Jinks, 1971).

Nesse método, através da tabela dialélica, pode ainda ser realizada uma análise gráfica (Hayman, 1954), a da regressão do parâmetro estimado W_r (covariância), em função de V_r (variância), o que é muito útil, pois fornece três informações básicas: a) um teste de eficiência do modelo, pois na ausência de epistasia e com distribuição independente dos genes entre os genitores, o coeficiente de regressão linear (" β ") deve ser igual a um; b) uma medida do grau médio de dominância, através do ponto em que a linha de regressão corta a ordenada W_r . Em caso de sobredominância, a reta interseccionará o eixo (W_r) abaixo da origem, em caso de dominância na origem e em caso de dominância parcial, acima da origem, sendo que, na ausência de dominância, a reta será tangente à parábola limitante; c) distribuição de genes dominantes e recessivos entre os genitores (Miranda, 1987).

Na extremidade superior da reta, ficam situados os genitores recessivos, próximos à parábola limitante. Já os genitores dominantes situam-se na extremidade inferior da reta, próximos da parábola limitante. Os genitores com frequência igual, ou próximas de genes dominantes e recessivos, localizar-se-ão na região mediana (Miranda, 1987).

A análise dialélica de Jinks e Hayman (Jinks e Hayman, 1953; Jinks, 1954, 1955 e 1956; Hayman, 1954a, b, citados por Miranda et al, 1982) permite um melhor conhecimento das relações genéticas, entre os genitores envolvidos em cruzamentos e pode ser útil na identificação de híbridos e/ou em cruzamentos promissores (Allard, 1956). Porém, uma série de restrições são impostas à aplicação do método, que são: os genitores devem ser homocigotos; que a segregação seja diplóide; os genes devem ser distribuídos, independentemente, nos genitores; deve ocorrer ausência de efeito materno, de alelismo múltiplo e epistasia (Hayman, 1954, citado por Miranda, 1987).

Outra metodologia de análise dialélica é aquela proposta por Gardner e Eberhart (1966), que tem como principal vantagem o estudo detalhado da heterose e seus componentes. Pode ser utilizada a tabela dialélica completa ou excluir da mesma os recíprocos e os genitores são considerados de efeito fixo. Desta forma, para decompor as diferenças entre as médias da tabela dialélica é realizada uma análise de variância, que testa a significância dos componentes genéticos. Nesta análise, é realizada a decomposição do efeito de populações em efeitos genéticos devidos aos genitores e à heterose. Esta última, por sua vez, é particionada em heterose média, heterose de genitores e heterose específica, ou capacidade específica de combinação (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993).

Uma terceira alternativa de abordagem, consiste no método desenvolvido por Griffing (1956), através do qual é possível estimar a capacidade geral e específica de combinação dos genitores envolvidos nos cruzamentos dialélicos. O método pode apresentar variações de esquemas de cruzamentos, valendo-se de quatro métodos experimentais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

Os experimentos de campo foram conduzidos no Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre – CPAF Acre, pertencente à EMBRAPA, localizado no município de Rio Branco-AC, Km 14 da rodovia BR-364, trecho Rio Branco/Porto Velho, numa altitude de 160 metros, e situado na latitude 9°58' S e longitude de 67°48' WGr. A Microrregião do Alto do Purus, onde se encontra o CPAF Acre, apresenta a classificação climática Awi, segundo Koppen, e tem como característica principal um índice pluviométrico relativamente alto, com nítido período seco (Relatório Anual do Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre- CPAF Acre, 1992).

No local do ensaio de campo, o solo é classificado como Podzólico Vermelho-Escuro. A temperatura média, umidade relativa média do ar e o índice pluviométrico, são respectivamente de: 25°, 82%, e 1700mm/ano. A distribuição de chuvas é concentrada no período de outubro a março, no qual ocorre 75% da precipitação anual (Relatório Anual do Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre- CPAF Acre, 1992).

3.2 Material experimental

Entre nove linhagens de *Capsicum chinense* Jacq., provenientes do Banco de Germoplasma de Hortaliças (BGH), da Universidade Federal de Viçosa-MG (UFV), cinco foram utilizadas como genitores de dez híbridos experimentais, obtidos a partir do cruzamento manual.

As linhagens foram escolhidas por serem bastante divergentes fenotipicamente, sendo bastante fácil distingui-las e identifica-las por meio de vários caracteres morfológicos, tais como: tamanho, cor e formato de fruto, altura e arquitetura de planta sua coloração e tamanho de folhas.

Portanto, o material experimental constituiu-se de cinco genitores e dos dez híbridos F_1 possíveis (sem incluir os recíprocos).

3.3 Descrição dos genitores

As principais características dos genitores utilizados, são as seguintes:

1. BGH-81 – Este material é proveniente da Bahia. Apresenta uma altura de planta intermediária, em torno de 105 cm, com frutos pungentes, de formato bastante cônico, superfície irregular (semelhante a uma pitanga) e cor amarela intensa, quando maduros (Figura 1). Os frutos, em média, possuem 2,0 cm de comprimento e 2,2 cm de largura, com peso em torno de 3,5 g.

2. BGH-4196 – Oriundo do Pará. Este material possui uma altura média de planta de 100 cm. Os frutos são alongados e de superfície lisa, de coloração vermelha intensa, quando maduros (Figura 1), pungentes, e possuem, respectivamente, o comprimento e largura em torno de 5,5 cm e 1,3 cm, com peso médio de 3,5 g.

3. BGH-4285 – Este material é originário de Mato Grosso. A planta é

foram guardadas dentro de um pequeno vidro, com a identificação do genitor e em seguida foi armazenado dentro de geladeira (em dessecador com sílica gel).

Posteriormente, botões florais entumecidos, no estágio correspondente a um dia antes da antese, foram selecionados para serem emasculados. Logo em seguida foi feita a polinização, com o auxílio de um instrumento apropriado, semelhante a um pequeno “cachimbo”, onde se colocava o pólen do genitor masculino. Este trabalho era realizado até no máximo 9:00 horas, devido à temperatura tornar-se posteriormente muito elevada, o que provocaria abortamento de flores. No pedúnculo de cada flor polinizada, foi amarrado um pequeno pedaço de lã, da cor designada ao respectivo genitor, do qual havia sido colhido o pólen.

Após a maturação completa (aproximadamente 35 dias após a polinização), os frutos de cada cruzamento foram colhidos. As sementes de cada híbrido foram extraídas, beneficiadas manualmente e, posteriormente, armazenadas em geladeira (em dessecador com sílica gel).

3.5 Instalação e condução do ensaio no campo

A instalação e condução do ensaio de campo foram realizadas na área experimental de hortaliças, do Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre – CPAF Acre, em Rio Branco, AC.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados completos, com três repetições e 15 tratamentos, sendo 5 genitores e 10 híbridos F_1 , resultantes do cruzamento entre esses genitores. Cada parcela experimental foi constituída de uma fileira de 3 metros de comprimento, com 6 plantas. Em cada lateral do ensaio, foi deixada uma fileira como bordadura, as parcelas iniciais e finais de cada linha experimental possuíam, nas suas cabeceiras, uma

planta a mais, também como bordadura. O espaçamento foi de 1,40 m entre fileiras e de 0,5 m entre plantas. Este espaçamento proporciona uma densidade de plantas de aproximadamente 14.285 plantas/ha.

A semeadura foi realizada no dia 08/03/97, em bandejas de isopor de 128 células, sendo utilizado como substrato um composto comercial denominado Plantmax. As plântulas permaneceram em condições de cultivo protegido (“telado”), até 28/04/97, quando apresentavam de 4 a 6 folhas definitivas e foram transplantadas para uma estufa com cobertura plástica, modelo Ana Dias (modificada). Esta estufa não possui fechamento nas laterais nem nas frentes, apenas a cobertura funciona como “guarda-chuva”, ou seja, protege do excesso das chuvas, que são fortes nessa Região.

Com cerca de noventa dias de antecedência do transplântio, foi realizada a calagem, para a correção da acidez do solo, cujo pH inicial era de 4,4, sendo utilizadas 3,3 ton/ha de calcário dolomítico, com PRNT de aproximadamente 90%. Por ocasião do transplântio, o campo foi previamente adubado com 500 gramas de uma formulação 4-14-8 e 2 litros de adubo orgânico — cama de aviário — por metro linear. Vinte e cinco dias após o transplântio, foi realizada uma adubação de cobertura, com 15 gramas de uréia por metro linear e posteriormente, foram realizadas mais 3 adubações de cobertura, ao longo do período em que o experimento permaneceu em campo.

Juntamente com a primeira adubação de cobertura, as plantas foram tutoradas individualmente. Posteriormente, realizou-se a retirada das brotações laterais, até a altura da primeira bifurcação. Inicialmente, as irrigações foram realizadas por aspersão, duas vezes ao dia, devido às altas temperaturas da região. Por último, passaram a ser feitas por sulcos, diariamente, procurando-se uniformizar ao máximo a distribuição da água, sem permitir seu excesso ou deficiência em todo o experimento.

Durante a condução do experimento, a vaquinha (*Diabrotica* spp) foi a única praga, que necessitou ser controlada através de pulverizações, realizadas com Decis. À exceção da utilização de Oxicloreto de cobre e Terramicina, na tentativa de deter o avanço da *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, não foi necessário realizar nenhuma outra pulverização com produto específico para o controle de doenças. Vale ressaltar que a avaliação para incidência da doença supracitada (uma das características mensuradas), foi realizada antes das aplicações dos produtos. Após as desbrotas, também foi utilizado o Oxicloreto de cobre.

Foram realizadas 16 colheitas escalonadas, aproximadamente, de sete em sete dias, sendo a primeira realizada no dia 07/07/97 e a última em 21/10/97.

3.6 Caracteres avaliados

Com exceção da altura de planta e incidência de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (XCV), que foram realizadas no próprio campo experimental, e da pungência, para a qual as análises de capsaicina foram realizadas no laboratório do CTAA/Embrapa, todas as demais avaliações foram realizadas nos laboratórios do CPAF Acre/Embrapa. Como o estande final, nas parcelas, foi o mesmo do inicial, as avaliações foram feitas com base nas seis plantas de cada parcela. Os frutos foram colhidos no estágio ideal para comercialização de pimentas ardidas, ou seja, quando atingiram a total maturação, portanto, com a coloração de cada material bem definida.

Para as avaliações de características relativas ao fruto, foi realizada uma amostragem representativa de vinte frutos por parcela. A amostragem foi realizada entre a sexta e a décima colheita. Em cada colheita eram avaliados, em média, quatro frutos, que foram analisados conjuntamente.

As características avaliadas foram as seguintes:

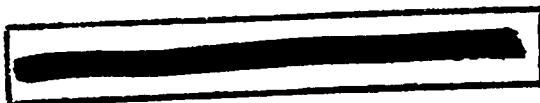
1. **Produção Total:** foi o somatório de todas as 16 colheitas realizadas, por parcela, com posterior divisão pelo número de plantas da parcela (6), sendo expresso em gramas/planta. As pesagens foram realizadas em uma única balança digital de precisão.

2. **Produção Precoce:** foi obtido da mesma maneira que a produção total, porém, só sendo consideradas as 4 primeiras colheitas. Também foi expressa em gramas/planta.

3. **Número de Frutos por Planta:** para avaliar este caráter, contou-se o número de frutos até a oitava colheita, por parcela; calculou-se o peso médio por fruto, através da divisão da produção pelo número de frutos, até a oitava colheita. Posteriormente, dividiu-se a produção total obtida nas 16 colheitas pelo peso médio de fruto, em seguida dividiu-se o valor encontrado por 6, que é o número de plantas por parcela. Obteve-se assim um valor aproximado do número (médio) de frutos por planta.

4. **Peso Médio do Fruto:** foi obtido a partir da divisão da produção total pelo número total de frutos, por parcela, até a oitava colheita e expresso em gramas/fruto.

5. **Comprimento de Fruto:** para se estimar o comprimento de fruto, utilizou-se a média de 20 frutos, aleatoriamente, tomados por parcela em todas as colheitas. Anotaram-se as distâncias, em centímetros, entre os pontos mais extremos de cada fruto. Nas medições, foi usado um paquímetro.



6. **Relação Comprimento/Diâmetro:** à medida em que eram tomados os comprimento dos frutos, também eram feitas as medidas do diâmetro (com o paquímetro). Posteriormente, a relação comprimento/diâmetro foi calculada através da divisão desses valores, obtendo-se a relação média dos 20 frutos amostrados, por parcela.

7. **Porcentagem de Matéria Seca nos Frutos:** na décima segunda colheita, foi retirada uma amostra de 10 g de peso fresco de frutos por parcela. Estas amostras foram levadas à estufa, em placas de Petri, a uma temperatura de 105°C, até atingirem peso constante, que foi alcançado por todos os materiais no sexto dia. O peso, após secagem, foi então utilizado para se calcular a porcentagem de matéria seca nos frutos.

8. **Matéria Seca de Frutos por Planta:** foi obtido a partir da multiplicação dos valores da Produção Total de cada planta, pela Porcentagem de Matéria Seca nos Frutos.

9. **Incidência de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (XCV):** esse caráter foi obtido, calculando-se a média das notas de 5 avaliadores independentes, que atribuíram notas de 1 a 5, em cada parcela, com relação ao ataque de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. Nesta escala, 1 correspondeu à ausência da doença, e 5, ao nível mais elevado de ataque do patógeno; as notas intermediárias são uma escala gradual de intensidade de ataque da bactéria.

10. **Resistência do Pedúnculo:** foi utilizada também uma escala de notas de 1 a 5, para cada um dos 20 frutos avaliados, atribuídas por 4 avaliadores independentes, para compor uma média, em relação à resistência ao

desprendimento do pedúnculo do fruto; 1 foi a nota atribuída ao material com pedúnculo de fácil desprendimento e 5 a nota atribuída ao nível mais alto de resistência à tensão feita pelo avaliador. As notas intermediárias são uma escala gradual de intensidade de resistência à tensão exercida no pedúnculo.

11. Teor de Capsaicina no Fruto: esse caráter foi avaliado através de análise feita por cromatografia líquida (HPLC), em amostras de frutos maduros, por parcela, coletadas na décima segunda colheita e expressas pelo conteúdo de capsaicina (mg/g de fruto seco). Os métodos relatados na determinação desses teores estão descritos a seguir (item 3.7).

12. Rendimento de Capsaicina por Planta: na obtenção deste caráter, apenas foi realizada a transformação dos valores obtidos no caráter anterior, para miligrama de capsaicina por planta, pela multiplicação do valor anteriormente encontrado de matéria seca de frutos, produzida por planta.

13. Altura de Planta: a medida foi tomada do nível do solo até o ápice da planta, com o auxílio de uma trena presa a uma baliza e expressa em centímetros. A altura de todas as plantas por parcela, foi medida aos 71 dias após o transplante, utilizando-se a média das 6 plantas para representar a parcela.

14. Número de Sementes por Fruto: após serem tomadas as medidas de comprimento e diâmetro, os 20 frutos amostrados foram cortados transversalmente e as sementes de cada fruto foram contadas separadamente. Posteriormente, foi feito o somatório e a divisão por 20 (número de frutos amostrados para cada parcela), obtendo-se assim o número médio de sementes por fruto.

3.7 Método de avaliação do teor de capsaicina nos frutos

Buscando um maior refinamento e precisão para a determinação do conteúdo de capsaicina dos materiais utilizados no presente trabalho, adotou-se o método desenvolvido por Weaver & Awde (1986), com uma pequena modificação.

O trabalho foi dividido em duas etapas. A primeira foi realizada no CPAF Acre/Embrapa e correspondeu à preparação das amostras, ou seja, extração do princípio pungente; a segunda foi realizada no CTAA RJ/Embrapa, onde foi feita a determinação do conteúdo de capsaicina, através da cromatografia líquida de alta precisão (HPLC).

A etapa de preparação das amostras foi iniciada com a coleta de uma amostra de frutos maduros, de cada parcela, na décima segunda colheita. As amostras permaneceram secando, em estufa de ventilação forçada, a 40°C, até ser possível a moagem das mesmas. A etapa de secagem em estufa foi a única modificação feita em relação à metodologia original, que preconiza a secagem das amostras ao ar livre, em ambiente protegido. A alteração foi necessária, devido ao excesso de umidade relativa do ar na região, que prolonga muito o tempo de secagem ao ar livre e favorece o ataque de fungos aos materiais expostos.

As demais etapas foram realizadas de acordo com o método desenvolvido por Weaver & Awde (1986).

3.8 Análise de variância

Realizou-se uma análise de variância (ANAVA), para cada um dos caracteres avaliados (Tabela 1), segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} : observação do i -ésimo tratamento ($i = 1, 2, \dots, 15$) no j -ésimo bloco ($j = 1, 2, 3$);

μ : constante comum a todas as observações;

t_i : efeito do i -ésimo genótipo (tratamento);

b_j : efeito do j -ésimo bloco;

e_{ij} : efeito do erro experimental associado à j -ésima repetição do i -ésimo tratamento, assumido com distribuição normal de média 0 e variância homogênea δ^2 .

TABELA 1. Esquema da ANAVA para cada um dos caracteres avaliados.

F.V.	G.L.	QM	F
Blocos	(j-1)	QM _b	QM _b /QM _e
Tratamentos	(i-1)	QM _t	QM _t /QM _e
Erro	(j-1)(i-1)	QM _e	
Total	ij - 1	-	-

O teste F foi aplicado, para cada caráter, como apresentado na Tabela 1. Quando verificou-se a significância para o valor de F calculado, realizou-se

uma comparação das médias, através da análise de conglomerados, conforme Scott & Knott (1974).

3.9 Heterose

Para todos os híbridos experimentais, participantes do dialelo, foram calculados contrastes correspondentes às heteroses relativas à média dos pais e em relação ao pai superior (heterobeltiose). Posteriormente, foi verificada a significância dos valores encontrados, em relação ao pai superior, através do teste "t", para cada caráter avaliado.

A avaliação entre tratamentos foi então particionada em fontes relativas a diferentes componentes de médias, associados a análises dialélicas, conforme descrito a seguir.

3.10 Análise dialélica de Gardner & Eberhart

A primeira abordagem de análise dialélica considerada foi aquela, segundo o modelo matemático, proposto por Gardner e Eberhart (1966):

$$Y_{ij} = \mu + 1/2(V_i + V_j) + \theta \cdot h_{ij}$$

sendo:

μ : média geral;

V_i ou V_j : efeito de variedade da cultivar (genitor) i ou j ;

h_{ij} : efeito de heterose no híbrido entre a cultivar i e a cultivar j ;

$\theta = 0$ se $i=j$ e

$\theta = 1$ se $i \neq j$

O efeito da heterose (h_{ij}) foi decomposto da seguinte maneira:

$$h_{ij} = \bar{h} + h_i + h_j + s_{ij}$$

sendo:

\bar{h} : heterose média;

h_i ou h_j : heterose de variedade, que é a contribuição da variedade (genitor) i ou j para o efeito da heterose;

s_{ij} : heterose específica, ou capacidade específica de combinação entre as variedades i e j .

Portanto, o modelo matemático completo proposto é o seguinte:

$$Y_{ij} = \mu + 1/2(V_i + V_j) + \theta(\bar{h} + h_i + h_j + s_{ij})$$

Na Tabela 2, segundo o modelo matemático proposto, é apresentado o esquema da análise de variância para a análise dialélica.

TABELA 2. Esquema da análise de variância, para os quinze tratamentos que compõem o dialelo do presente trabalho.

F.V.	G.L.	QM	F
Tratamento	14	QM ₁	QM ₁ /QM ₇
Variedade	4	QM ₂	QM ₂ /QM ₇
Heterose	10	QM ₃	QM ₃ /QM ₇
Heterose Média	1	QM ₄	QM ₄ /QM ₇
Heterose Variedades	4	QM ₅	QM ₅ /QM ₇
Heterose Específica	5	QM ₆	QM ₆ /QM ₇
Erro	28	QM ₇	

3.11 Análise dialélica de Jinks & Hayman

Neste trabalho, o material genético utilizado satisfaz, aparentemente, todas as restrições impostas pela análise de Jinks e Hayman (Hayman, 1954), com exceção, eventualmente, da ausência de epistasia em alguns caracteres, o que pôde ser testada pelo próprio modelo. A espécie é autógama diplóide, fato esse, confirmado por Ribeiro (1987). A homozigose é alcançada naturalmente e é razoável admitir que não haja efeito materno. Entretanto, caso ocorra alelismo múltiplo, pode-se restringir o sistema gênico a dois alelos por loco, sem proporcionar grandes variações de resultados, portanto, sem prejuízo para as análises (Cruz & Regazzi, 1994).

A pressuposição da distribuição independente dos genes entre os genitores em estudo, pode ser violada pela escolha de materiais bastante divergentes. Contudo, quando se trabalha com um pequeno número de genitores ($n < 10$) e o modelo genético é fixo, as estimativas dos parâmetros genéticos são pouco comprometidas pelas falhas, nas pressuposições (Hayman, 1960).

Neste trabalho foi utilizada a adaptação para a meia tabela dialélica, excluindo-se os recíprocos, realizada por Jones (1965).

Segundo a metodologia de Jinks e Hayman, foram estimadas variâncias e covariâncias, a partir da tabela dialélica.

Em seguida, foi realizada a análise gráfica (Hayman, 1954), para os caracteres que não apresentaram epistasia. Foi possível, portanto, inferir quanto à proporção de alelos dominantes e recessivos nos genitores. Na presença de efeitos de dominância, foi determinado o sentido predominante de atuação dos alelos, possibilitando estimar limites seletivos, que indicam o potencial das populações avaliadas no dialelo para fins de seleção.

Calculou-se o coeficiente de correlação (r) da soma ($W_t + V_t$) com (\bar{Y}_t). Este coeficiente foi utilizado na avaliação do sentido de atuação dos genes dominantes. Quando r é positivo e próximo de +1, os genes dominantes têm efeitos predominantemente negativos, ou seja, atuam no sentido da diminuição do caráter. Caso r seja negativo e próximo de -1, os genes dominantes têm efeitos predominantemente positivos, atuando no sentido do incremento do caráter.

O coeficiente de regressão " β " foi testado para significância ($\beta = 0$) e para desvios da unidade ($\beta = 1$), através do teste "t". Na ausência de epistasia, espera-se que " β " não difira estatisticamente de 1, mas sim de 0 (zero), com isso, mostrando a adequação de um modelo aditivo-dominante para o caráter em questão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para facilitar a apresentação dos resultados e a discussão, os materiais genitores receberam uma nova identificação (Tabela 3).

TABELA 3. Identificação dos genitores utilizadas no dialélo do presente trabalho. Rio Branco, AC, 1997.

Parental	
Identificação original	Nova identificação
BGH- 81	1
BGH-4196	2
BGH-4285	3
BGH-1810	4
BGH- 433	5

4.1 Resumo das análises de variância

Os valores dos quadrados médios com as respectivas significâncias e os coeficientes de variação das análises de variância, para os caracteres avaliados, estão apresentados nas Tabelas 4 e 5.

TABELA 4. Valores e significâncias dos quadrados médios e coeficientes de variação das análises de variância relativas à avaliação de produção total, produção precoce, número de frutos por planta, peso médio do fruto, comprimento de fruto, relação comprimento/diâmetro e percentagem de matéria seca nos frutos. Rio Branco-AC, 1997.

F.V.	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS						
		Produção Total	Produção ¹ Precoce	N.º de Frutos por Planta	Peso Médio do Fruto	Comprimento de Fruto	Relação Comp./Diâm.	Porc. de Mat. Seca nos Frutos
Bloco	2	48926,62 *	1229,50 ns	13435,80 *	0,0280 ns	0,2882 ns	0,1217 ns	7,288 *
Tratamento	14	107810,41 **	6241,92 **	34092,90 **	8,6328 **	8,8409 **	4,2364 **	19,191 **
Genitores	4	189870,69 **	9976,53 **	96106,10 **	14,9105 **	25,5864 **	13,4840 **	53,790 **
Heterose	10	74986,30 **	4748,07 **	9287,62 **	6,1217 **	2,1427 **	0,5373 **	5,351 *
H. Média	1	999,71 ns	4227,12 **	6316,84 ns	10,7260 **	5,7823 **	1,3627 **	0,028 ns
II. Varietal	4	12772,14 ns	527,97 ns	10354,26 *	3,4208 **	0,9195 **	0,0696 ns	11,927 **
II. Específica	5	139554,95 **	8228,34 **	9028,46 *	7,3616 **	2,3932 **	0,7464 **	1,156 ns
Erro	28	12635,00	403,53	2850,75	0,2094	0,1030	0,0581	2,109
Média Geral		246,81	54,96	134,35	2,5782	3,3102	2,1308	15,838
C.V. (%)		45,54	36,55	39,74	17,7487	9,6944	11,3120	9,170

**; * Significativos, ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.
ns Não significativo.

1 Considerou-se produção precoce, a produção da 1º até a 4º colheita, de um total de dezesseis colheitas.

TABELA 5. Valores e significâncias dos quadrados médios e coeficientes de variação das análises de variância relativas à avaliação de matéria seca de frutos por planta, incidência de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (XCV), resistência de pedicúlo, teor de capsaicina no fruto, rendimento de capsaicina por planta, altura de planta e número de sementes por fruto. Rio Branco-AC, 1997.

QUADRADOS MÉDIOS									
F.V.	G.L.	Mat. Seca de Frut. por Planta	Incidência de XCV	Resistência de Pedicúlo	Teor de Capsaic. no Fr.	Rendimento de Capsaic./Plant.	Altura de Planta	N.º de Sem. por Fruto	
Bloco	2	910,353 *	0,0009 ns	0,0502 ns	1,8005 ns	90671,556 ns	317,96 ns	5,104 ns	
Tratamento	14	2391,097 **	3,1916 **	3,8200 **	128,0131 **	182867,969 **	1038,70 **	1971,538 **	
Genitores	4	3286,132 **	8,0432 **	9,4698 **	93,7324 **	289541,125 **	1186,93 **	1787,501 **	
Heterose	10	2033,083 **	1,2510 **	1,5601 **	141,7254 **	140198,703 **	979,41 **	2045,154 **	
H. Média	1	4,759 ns	5,0884 **	4,9561 **	609,9610 **	411842,750 **	3472,05 **	2449,225 **	
H. Varietal	4	352,874 ns	0,3509 ns	0,2916 **	77,5754 **	107680,344 *	302,67 *	711,116 **	
H. Específica	5	3782,915 **	1,2036 **	1,8958 **	99,3982 **	111884,578 *	1022,28 **	3031,570 **	
Livro	28	220,429	0,3942	0,0582	11,9753	30019,664	113,72	55,796	
Média Geral		38,128	2,8355	2,5273	9,5567	306,118	116,96	31,213	
C.V. (%)		38,939	22,1422	9,5480	36,2107	56,600	9,12	23,931	

** , * Significativos, ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.
ns Não significativo.

Para o efeito de tratamentos (genitores e híbridos F₁), os quadrados médios apresentaram diferenças significativas, pelo teste F, em todos os caracteres avaliados. Resultado semelhante foi verificado para os efeitos de genitores e heterose. Estes resultados evidenciam a considerável variação de natureza genética existente nos materiais utilizados, que é essencial para se estimar os parâmetros genéticos dos caracteres estudados.

Para os caracteres: altura de planta, peso médio do fruto, comprimento de fruto, relação comprimento/diâmetro, número de sementes por fruto, porcentagem de matéria seca nos frutos, incidência de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (XCV) e resistência do pedúnculo, os coeficientes de variação foram baixos ou intermediários, para um experimento realizado em condições de campo. Isso comprova a eficiência do processo de amostragem, realizado para os caracteres de fruto, ou seja, uma amostra de 20 frutos por parcela foi suficiente para controlar grande parte do erro experimental, nesse experimento. Também vale ressaltar, que o fato das amostras terem sido retiradas nas colheitas intermediárias, obteve-se uma maior uniformidade, diminuindo o coeficiente variação.

Porém, para os caracteres produção total, produção precoce, número de frutos por planta, matéria seca de frutos por planta, teor de capsaicina no fruto e rendimento de capsaicina por planta, os coeficientes de variação podem ser considerados muito altos (Gomes, 1978), indicando uma maior sensibilidade às influências das variações experimentais não controladas. As características de produção, provavelmente, foram afetadas por um ataque de pássaros que ocorreu durante a condução do experimento, mas foram controladas o mais rápido possível. Outro fator, que provavelmente afetou esses mesmos caracteres, foi o número de plantas por parcela, indicando que as seis plantas por parcela, utilizadas na composição da média de cada tratamento, talvez deva ser aumentada em outros experimentos.

Os coeficientes de variação para incidência de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (XCV) e a resistência do pedúnculo, que foram os dois caracteres avaliados por sistema de notas, foram relativamente baixos, indicando eficiência da utilização de cinco avaliadores independentes e de uma escala de notas com cinco valores.

Vale ressaltar que, para estudar o coeficiente de variação de uma mesma característica avaliada, em experimentos distintos, é preciso que haja experiência do pesquisador, com a variável abordada na pesquisa (Steel & Torrie, 1980). Portanto, este fato caracteriza a necessidade de haver referenciais diferenciados, no tocante à análise da precisão de experimentos, conforme a natureza dos dados, seja pelas variáveis, seja pela espécie em estudo (Amaral et al., 1997). Desta forma, alguns dos coeficientes de variação com valores considerados elevados, nestes trabalho, podem ser resultantes da própria natureza da espécie, tendo em vista que, em relação a ela, existem poucos trabalhos para servir de referência, bem como trabalhos específicos abordando esse assunto.

4.2 Avaliação dos genitores e híbridos, da heterose, análise de Gardner & Eberhart, e análise de Jinks & Hayman

Em todos os caracteres estudados, houve significância para a fonte de variação, relativa aos genitores, indicando que eles são geneticamente divergentes (Tabelas 4 e 5).

As médias de cada tratamento, os valores de heterose dos híbridos em relação à média dos pais (MP) e ao pai superior (PS) para todos os caracteres avaliados, encontram-se nas Tabelas 6, 10, 11, 13, 14, 15 e 17.

Nas Tabelas 7, 12 e 16 encontram-se os valores das médias dos genitores, efeito de variedade e as heteroses média, varietal e específica para todos os caracteres avaliados, através da análise dialélica de Gardner & Eberhart.

No modelo de análise dialélica proposto por Jinks & Hayman, o teste do coeficiente de regressão " β ", indica presença ou ausência de epistasia. Na Tabela 8, acham-se os resultados dos testes de hipóteses relativos aos valores de " β ", realizados para todos os caracteres estudados. Os resultados não indicam presença de epistasia para os caracteres produção total, número de frutos por planta, comprimento de fruto, relação comprimento/diâmetro, porcentagem de matéria seca nos frutos, índice de doença e resistência do pedúnculo. As representações gráficas de W_r em V_r (Jinks & Hayman, 1953) desses caracteres encontram-se nas Figuras 2 a 8, com as equações da parábola e da reta. Para os caracteres: altura de planta, produção precoce, peso médio do fruto, número de sementes por fruto, matéria seca de frutos por planta, teor de capsaicina, no fruto e rendimento de capsaicina por planta, foi identificada a presença de epistasia e a análise gráfica torna-se pouco informativa, não tendo sido, então, efetuada. O coeficiente de correlação entre $(W_r + V_r)$ e a média (Y_r) dos genitores r , para os caracteres avaliados pela análise de Jinks & Hayman, encontram-se na Tabela 9.

4.2.1 Produção total

Entre os genitores e híbridos utilizados, o teste de Scott & Knott distinguiu três grupos, com destaque para o genitor 3 e o híbrido 3x5 (Tabela 6), que formaram um grupo isolado dos demais materiais, apresentando as duas maiores médias de produção total, 591,1 g/planta e 705,5 g/planta, respectivamente. Os genitores 1 e 4 e os híbridos 1x5, 2x5, 3x4 e 4x5, formaram o grupo com as menores médias obtidas para esse caráter, 76,8 , 96,7 , 80,3 ,

TABELA 6. Médias de produção total e produção precoce, valores de heterose dos híbridos em relação à média dos pais (MP) e ao pai superior (PS), Rio Branco - AC, 1997.

Trata- mento	Médias ¹ (g/planta)	Heterose		Médias ¹ (g/planta)	MP (% heterose)	PS (% heterose)
		MP (% heterose)	PS (% heterose)			
Produção Total						
1	76,8	A	—	21,3	A	—
2	193,1	B	—	31,2	A	—
3	591,1	C	—	111,7	B	—
4	96,7	A	—	16,4	A	—
5	309,6	B	—	25,7	A	—
1 x 2	334,7	B	199,7* (+148%)	80,6	B	54,3** (+207%)
1 x 3	234,3	B	-99,6ms (-30%)	53,1	A	-13,4ms (-20%)
1 x 4	257,4	B	170,6* (+197%)	50,5	A	31,6* (+168%)
1 x 5	80,3	A	-112,9ms (-58%)	18,7	A	-4,8ms (-20%)
2 x 3	336,0	B	-56,1ms (-14%)	78,4	B	6,9ms (+10%)
2 x 4	196,6	B	51,7ms (+36%)	44,8	A	21,0ms (+88%)
2 x 5	133,6	A	-117,7ms (-47%)	31,3	A	2,8ms (+10%)
3 x 4	75,8	A	-268,1** (-78%)	47,7	A	-16,3ms (-25%)
3 x 5	705,5	C	255,1** (+57%)	188,0	C	119,3** (+174%)
4 x 5	80,4	A	-122,7ms (-60%)	24,9	A	3,8ms (+18%)

¹ As médias acompanhadas de letras idênticas não apresentam diferenças significativas entre si, a 5% de probabilidade, quando comparadas pelo teste de Scott & Knott (1974).

** : Significativo, ao nível de 1% e 5% de probabilidade, pelo teste t.

ms Não significativo.

Genitores: 1 = BGH - 81; 2 = HGH - 4196; 3 = BGIH - 4285; 4 = BGH - 1810; 5 = BGH - 433.

133,6 , 75,8 e 80,4 g/planta, respectivamente. O outro grupo foi formado pelos genitores 2 e 5 e os demais híbridos avaliados, com valores intermediários (Tabela 6).

Os valores de heterose, relativos à média dos pais e ao pai superior foram semelhantes para quase todos os híbridos e em mais da metade deles houve heterose negativa. Os valores de heterose variaram relativamente à média dos pais (MP) de -78% a +197% e ao pai superior (PS) de -74% a +166% (Tabela 6).

O híbrido 1x4 apresentou os maiores valores de heterose, tanto com relação a média dos pais, quanto ao pai superior, +197% e +166%, respectivamente (Tabela 6). Porém, quando se avalia heterose, deve-se observar a média ("per se") dos pais e dos híbridos envolvidos, pois nem sempre o híbrido que obteve a maior heterose será o melhor dentre os estudados. Genitores com baixo desempenho, podem gerar híbridos com alta heterose, como foi o caso do híbrido 1x4. Quando um dos pais tem um alto desempenho, o valor dessa heterose pode ser melhor avaliada em relação ao genitor superior, ou quando possível, relativamente à magnitude do rendimento de uma cultivar padrão. É o que aconteceu com o híbrido 3x5, que com sua moderada heterose relativa à MP e ao PS, no entanto, foi o que apresentou melhor desempenho.

Apesar dos valores negativos obtidos em alguns híbridos, de uma forma geral, os resultados obtidos demonstram, claramente, a possibilidade de se obter aumentos significativos de produtividade, com o uso de híbridos F₁ em *Capsicum chinense*.

De acordo com a análise dialélica de Gardner & Eberhart, o componente de heterose média (\bar{h}) não foi significativo, mostrando que a média dos híbridos não diferiu, significativamente, da média dos genitores (Tabela 7). Também não foi detectada significância para o componente heterose varietal, demonstrando que não houve diferenças significativas entre os genitores quanto

TABELA 7. Estimativas dos componentes de médias μ (média dos genitores), V_i (efeito de variedade), \bar{h} (heterose média), h_i (efeito de heterose) e S_{ij} (heterose específica) para produção total, produção precoce, número de frutos por planta, peso médio do fruto e comprimento de fruto. Rio Branco-AC, 1997.

Componente de média	Produção Total	Produção Precoce	Número de Frutos por Planta	Peso Médio do Fruto	Comprimento de Fruto
μ	246,812	54,964	134,355	2,578	3,310
V_i					
Genitor 1	-176,64 **	-19,95 ns	-95,88 **	0,28 ns	-1,76 **
Genitor 2	-60,35 ns	-10,09 ns	-64,82 *	0,36 ns	1,77 **
Genitor 3	337,63 **	70,48 **	40,01 ns	0,55 *	1,09 **
Genitor 4	-156,78 *	-24,90 *	-97,43 **	1,18 **	1,70 **
Genitor 5	56,14 ns	-15,53 ns	218,13 **	-2,37 **	-2,80 **
\bar{h}	-10,00 ns	20,56 **	25,13 ns	-1,04 **	-0,76 **
h_i					
Genitor 1	65,95 ns	-4,77 ns	13,70 ns	0,97 **	0,38 **
Genitor 2	39,17 ns	1,03 ns	18,28 ns	0,49 *	0,40 **
Genitor 3	-42,89 ns	4,75 ns	57,79 *	-1,12 **	-0,55 **
Genitor 4	-42,82 ns	-13,99 ns	-53,85 *	0,13 ns	0,09 ns
Genitor 5	-19,41 ns	12,98 ns	-35,93 ns	-0,47 *	-0,32 *
S_{ij}					
1 x 2	104,60 *	37,60 **	-31,31 ns	1,21 **	-0,04 ns
1 x 3	-112,70 *	-33,90 **	-15,52 ns	-1,09 **	-0,39 **
1 x 4	157,51 **	29,90 **	44,24 ns	1,13 **	0,27 *
1 x 5	-149,41 **	-33,59 **	2,59 ns	-1,25 **	0,16 ns
2 x 3	-42,41 ns	-19,37 *	45,31 *	-0,72 **	-0,06 ns
2 x 4	65,35 ns	13,47 ns	29,57 ns	-0,01 ns	0,94 **
2 x 5	-127,54 **	-31,69 **	-43,57 ns	-0,48 *	-0,84 **
3 x 4	-172,35 **	-27,68 **	-72,30 **	-0,52 **	-0,72 **
3 x 5	327,46 **	80,96 **	42,50 ns	2,33 **	1,17 **
4 x 5	-50,51 ns	-15,68 ns	-1,52 ns	-0,60 **	-0,49 **

** , * Significativos, ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

ns Não significativo.

Genitores: 1 = BGH - 81; 2 = BGH - 4196; 3 = BGH - 4285; 4 = BGH - 1810; 5 = BGH - 433.

à média de seus híbridos. A significância do componente de heterose específica no entanto, indicou que há combinações híbridas específicas com acentuado grau de heterose, o que foi, de fato, confirmado (Tabela 6).

A importância dos efeitos gênicos não aditivos (dominância e/ou epistasia), para a expressão desse caráter, foi evidenciada pela alta contribuição da soma de quadrados do componente de heterose específica, para a soma de quadrados de tratamentos. Portanto, o desempenho dos genitores "per se" não é um bom indicativo do comportamento dos híbridos com relação à produção total, apesar da significância do efeito de genitores (Tabela 4).

Conforme se observa na Tabela 7, as estimativas da heterose específica (capacidade específica de combinação) apresentaram uma amplitude de 499,81 gramas/planta, sendo o valor máximo (positivo) de +327,46 gramas/planta, obtido pelo híbrido 3x5 e o valor mínimo (negativo) de -172,35 gramas/planta, apresentado pelo híbrido 3x4. Uma amplitude como essa já era esperada, causada pelo efeito significativo de heterose específica (Tabela 4).

Na análise de Jinks & Hayman, para este caráter, o teste da regressão de W_r , em função de V_r , com $\beta = 0,845$ (Tabela 8) diferiu de zero ($\alpha = 0,01$), mas não diferiu de um, mostrando a adequação ao modelo aditividade-dominância a este caráter, não havendo evidência de ação gênica epistática. A correlação positiva e próxima de +1, entre $(W_r + V_r)$ e \bar{Y}_r ($r = 0,802$) (Tabela 9), indica que alelos dominantes têm efeitos predominantemente negativos, ou seja, atuam no sentido de diminuir a produção. Por sua vez, os alelos recessivos atuam no sentido de aumentar a produção.

No sentido do genitor com maior proporção de alelos dominantes, para o com maior proporção de alelos recessivos, a ordem de dominância foi 4, 2, 1, 3 e 5, com uma pequena diferença entre os três primeiros e entre os dois últimos, porém, com grande diferença entre os dois grupos. De fato, o genitor 3, que é o mais produtivo entre os genitores utilizados (Tabela 6), encontra-se na parte

TABELA 8. Valores de β , os seus respectivos testes "t" e a confirmação da presença de epistasia para todas os caracteres avaliados na análise dialélica de Jinks e Hayman. Rio Branco - AC, 1997.

Caracteres	β	$H_0: \beta = 0$	$H_0: \beta = 1$	Presença de Epistasia
Produção Total	0,8451024	**	ns	Não
Produção Precocce	0,4389138	ns	*	Sim
Número de Frutos por Planta	0,6518902	*	ns	Não
Peso Médio do Fruto	0,5473635	**	**	Sim
Comprimento de Fruto	0,7613854	**	ns	Não
Relação Comprimento/Diâmetro	0,9256034	**	ns	Não
Porcentagem. de Matéria Seca nos Frutos	0,8115208	*	ns	Não
Matéria Seca de Frutos por Planta	0,7403736	**	*	Sim
Incidência de XCV ¹	0,8626796	*	ns	Não
Resistência do Pedúnculo	1,1992950	**	ns	Não
Teor de Capsaicina no Fruto	0,0300197	ns	**	Sim
Rendimento de Capsaicina por Planta	0,1277522	*	**	Sim
Altura de Planta	0,4066188	ns	ns	Sim
Número de Sementes por Fruto	0,6920375	**	*	Sim

**,* Significativos, ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste "t".
ns Não significativo.

¹ *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*

TABELA 9. Valores de β e o coeficiente de correlação entre $(W_r + V_r)$ e a média (\bar{Y}_r) dos genitores r , para os caracteres produção total, número de frutos por planta, comprimento de fruto, relação comprimento/diâmetro, porcentagem de matéria seca nos frutos, incidência de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (XCV) e resistência do pedúnculo, que foram avaliados na análise dialélica de Jinks e Hayman. Rio Branco - AC, 1997.

Caracteres	$\beta \pm a$	Correlação
		$(W_r + V_r)$ vs \bar{Y}_r (r)
Produção Total	0,8451024 \pm 0,349	0,8017055 *
Número de Frutos por Planta	0,6518902 \pm 0,550	0,7746571 *
Comprimento de Fruto	0,7613854 \pm 0,320	0,8317576 *
Relação Comprimento/Diâmetro	0,9256034 \pm 0,201	0,9946718 **
Porcentagem de Matéria Seca nos Frutos	0,8115208 \pm 0,557	0,6465368 ns
Incidência de XCV ¹	0,8626796 \pm 0,577	-0,7850968 *
Resistência do Pedúnculo	1,1992950 \pm 0,540	0,9495579 **

**; * Significativos, ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste "t".

ns Não significativo.

a Limites do intervalo de confiança, com 95% de probabilidade.

1 *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*

superior da reta (Figura 2), indicando a maior frequência de alelos recessivos, enquanto os genitores 1, 4 e 2, que foram os menos produtivos, encontram-se na parte inferior da reta, revelando que estes genitores possuem maior proporção de alelos dominantes.

O fato da reta interceptar o eixo das ordenadas (W_r) abaixo da origem, no ponto $a = -9,222$ ($\times 1000$), indica a existência da ação gênica de sobredominância. Esta ação gênica explica o considerável grau de heterose para a característica, conforme determinado anteriormente.

4.2.2 Produção precoce

O híbrido 3x5 constituiu um grupo “per se”, pelo teste de Scott e Knott, sendo o material com maior produção precoce entre os estudados (188,0 g/planta). Entre os genitores, a linhagem 3 foi a de maior produção precoce (111,7 g/planta), enquanto que, as demais linhagens não diferiram estatisticamente entre si. A linhagem 3 e os híbridos 1x2 e 2x3 formaram um grupo intermediário. As demais linhagens e híbridos formaram um terceiro grupo, apresentando os menores valores entre os tratamentos (Tabela 6).

As heterose dos híbridos, tanto em relação à média dos pais quanto ao pai superior, se mostraram positivas em alguns híbridos e negativas em outros. Os valores de heterose dos híbridos variaram de - 25% a + 207%, em relação à média dos pais (MP) e de -57% a +158%, em relação ao pai superior (PS) (Tabela 6).

Os híbridos que apresentaram os maiores valores de heterose foram: 1x2 (+207%), 1x4 (+168%) e 3x5 (+174%), em relação à média dos pais. Estes mesmos híbridos, também apresentaram os maiores valores de heterose em relação ao pai superior, + 158%, + 137% e + 68%, respectivamente. Porém, o

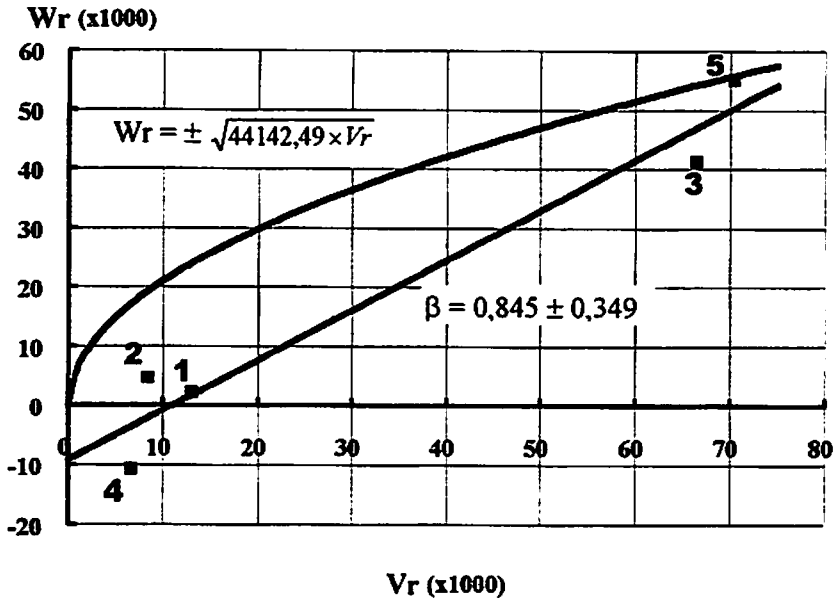



Figura 3. Regressão W_r em V_r e parábola limitante para produção total.
 Genitores: 1 = BGH - 81; 2 = BGH - 4196; 3 = BGH - 4285;
 4 = BGH - 1810; 5 = BGH - 433.

valor apresentado pelo híbrido 1x4 não chegou a diferir do pai superior, de acordo com o teste de Scott & Knott (1974).

É evidente a superioridade do híbrido 3x5, tendo em vista que o seu pai superior (3) é o de maior produção precoce, entre os demais genitores em estudo e só se igualou, estatisticamente, a dois dos híbridos estudados (1x2 e 2x3) (Tabela 6).

A produção precoce não é necessariamente um caráter limitante às condições de clima tropical e subtropical. Todavia, é importante que nas primeiras colheitas, o produtor comece a ter o retorno de seus investimentos. O uso de híbridos F_1 em *Capsicum chinense* pode proporcionar produções precoces maiores.



Através da análise de Gardner & Eberhart, foi possível verificar que a ampla manifestação de heterose para a produção precoce, evidenciada pelo efeito da heterose ter sido altamente significativo, foi, particularmente, devido aos componentes heterose média e específica (Tabela 7). A significância da heterose média mostra que a média dos híbridos diferiu da média dos genitores. Para seu componente varietal não foi detectada significância (Tabela 4), indicando que as contribuições médias dos genitores para os híbridos não diferem entre si nesta característica.

A significância dos efeitos de heterose específica indica a existência de algumas combinações híbridas altamente heteróticas, a exemplo do constatado anteriormente, produto dos efeitos gênicos de ação não aditiva (dominância e/ou sobredominância e/ou epistasia) para a expressão deste caráter. Em consequência da ação gênica não-aditiva, o desempenho dos genitores "per se" não é um bom indicativo do comportamento dos híbridos.

Os híbridos 3x5 e 1x3, apresentaram o valor máximo (+80,96 gramas/planta) e o valor mínimo (-33,90 gramas/planta), respectivamente, para as estimativas da heterose específica — capacidade específica de combinação—. Portanto, foi obtida uma amplitude de 114,86 gramas/planta (Tabela 7). Devido ao efeito altamente significativo de heterose específica, uma amplitude como esta já era esperada (Tabela 4) e evidencia a existência de uma variação observada na heterose, que é devida à presença da heterose específica, em pelo menos alguns dos cruzamentos ocorridos. A existência de ação gênica epistática foi detectada através da análise de Jinks & Hayman (Tabela 8), indicando que a epistasia pode também ser responsável pelos efeitos detectados de heterose específica.

4.2.3 Número de frutos por planta

O genitor 5 e os híbridos 2x3 e 3x5 diferiram dos demais tratamentos, formando um grupo superior, com 335,7 , 251,7 e 336,2 frutos por planta em média, respectivamente. O segundo melhor grupo foi formado pelo genitor 3 e os híbridos 1x3, 1x5 e 2x5. O grupo inferior foi formado pelo genitores 1, 2 e 4 e demais híbridos, com o menor número de frutos por planta (Tabela 10).

Com exceção dos híbridos 2x5, 3x4 e 4x5, em relação à média dos pais e esses mesmos híbridos mais o 1x5, em relação ao pai superior, todos os demais híbridos apresentaram heterose positiva. Destacaram-se os híbridos 2x3, 1x3 e 3x5, com +139 %, +90 % e +36 %, respectivamente, em relação à média dos pais e o híbrido 2x3 relativamente ao pai superior, com +60% de heterose.

Pela análise de Gardner & Eberhart, essa substancial manifestação da heterose para número de frutos por planta, destacada pela significância do efeito de heterose, foi devida aos componentes heterose varietal e específica. A média dos híbridos não diferiu da média dos genitores, pois o componente heterose média (\bar{h}) não diferiu, significativamente, de zero (Tabela 7). A heterose nos híbridos, já descrita anteriormente, é explicada pelo efeito médio dos diferentes genitores nos híbridos (heterose varietal) e também pela combinação específica de genitores (heterose específica). A importância dos efeitos gênicos não aditivos: dominância, sobredominância ou epistasia, para a expressão deste caráter, fica evidenciada pela alta contribuição das somas de quadrados dos componentes de heterose varietal e específica para a soma de quadrados de tratamentos (Tabela 4).

Para a heterose específica (capacidade específica de combinação), as estimativas variaram de um valor máximo (positivo) de +45,31 frutos por planta para o híbrido 2x3, a um valor mínimo (negativo) de -72,30 frutos por planta para o híbrido 3x4, obtendo-se dessa forma uma amplitude de 117,61 frutos por

TABELA 10. Médias de número de frutos por planta e peso médio do fruto, valores de heterose dos híbridos em relação à média dos pais (MP) e ao pai superior (PS). Rio Branco - AC, 1997.

Tratamento	Número de Frutos por Planta				Peso Médio do Fruto			
	Médias ¹ (frut/plant)	Heterose		Médias ¹ (g/fruto)	Heterose		PS(% heterose)	PS(% heterose)
		MP(% heterose)	PS(% heterose)		MP(% heterose)	PS(% heterose)		
1	21,7	A	—	—	3,547	C	—	—
2	52,8	A	—	—	3,627	C	—	—
3	157,6	B	—	—	3,817	C	—	—
4	20,2	A	—	—	4,453	D	—	—
5	335,7	C	—	—	0,900	A	—	—
1 x 2	63,1	A	25,8ns (+69%)	10,3(+19%)	5,220	D	1,63** (+45%)	1,59(+44%)
1 x 3	170,8	B	81,1* (+90%)	13,2(+8%)	1,410	B	-2,27** (-62%)	-2,41(-63%)
1 x 4	50,2	A	29,2ns (+140%)	28,5(+131%)	5,187	D	1,19** (+30%)	0,73(+16%)
1 x 5	184,2	B	5,5ns (+3%)	-151,5(-45%)	0,437	A	-1,79** (-80%)	-3,11(-88%)
2 x 3	251,7	C	146,5** (+139%)	94,1(+60%)	1,340	B	-2,38** (-64%)	-2,48(-65%)
2 x 4	55,6	A	19,1ns (+52%)	2,8(+5%)	3,613	C	-0,43ns (-10%)	-0,84(-19%)
2 x 5	158,2	B	-36,0ns (-19%)	-177,5(-53%)	0,767	A	-1,50** (-66%)	-2,86(-79%)
3 x 4	45,7	A	-43,2ns (-49%)	-111,9(-71%)	1,593	B	-2,54** (-61%)	-2,86(-64%)
3 x 5	336,2	C	89,5* (+36%)	0,5(+0,1%)	2,063	B	-0,29ns (-12%)	-1,75(-46%)
4 x 5	111,8	A	-66,1ns (-37%)	-223,9(-67%)	0,700	A	-1,98** (-74%)	-3,75(-84%)

1 As médias acompanhadas de letras idênticas não apresentam diferenças significativas entre si, a 5% de probabilidade, quando comparadas pelo teste de Scott & Knott (1974).

**,* Significativos, no nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.
ns Não significativo.

Genitores: 1 = BGH - 81; 2 = BGH - 4196; 3 = BGH - 4285; 4 = BGH - 1810; 5 = BGH - 433.

planta (Tabela 7). Esta amplitude foi reflexo do efeito significativo da heterose específica e, portanto, é um indicativo da importância desta fonte de variação.

A regressão de W_r em V_r não revelou presença de epistasia, pois a estimativa de " β ", igual a 0,652, diferiu de zero, ao nível fiducial de $\alpha = 0,05$, mas não diferiu da unidade (Tabela 8). Portanto, um modelo aditivo-dominante é adequado ao caráter em questão e a epistasia não parece ser importante na expressão deste caráter.

O sinal positivo e a magnitude do coeficiente de correlação entre ($W_r + V_r$) e Y_r ($r = 0,775$) (Tabela 9), indicam que os alelos que atuam no sentido de diminuir o número de frutos por planta tendem a ser dominantes na sua maioria, mas não exclusivamente. Isso foi confirmado, quando na análise gráfica (Figura 3), os genitores 3 e 5, que produziram um maior número de frutos por planta (Tabela 10), estiveram situados próximos à extremidade superior da reta, o que mostra que estes genitores possuem maior número de alelos recessivos para o caráter. Os genitores 1, 2 e 4 situaram-se na parte inferior da reta; portanto, possuem maior frequência de alelos dominantes (Figura 3). A reta intercepta a ordenada W_r , acima do ponto de origem, indicando a existência de dominância incompleta para o caráter (Figura 3).

4.2.4 Peso médio do fruto

Em pimentas pungentes, como as *Capsicum chinense*, utilizadas nesse trabalho, o peso médio do fruto não tem a mesma importância que tem para o pimentão, pois frutos grandes do pimentão são mais pesados e os mais valorizados no comércio. Já as pimentas são normalmente utilizadas na forma de pó, pela indústria, ou mesmo no preparo de pratos, onde as mesmas são trituradas para serem utilizadas. No entanto, existe uma faixa de mercado que

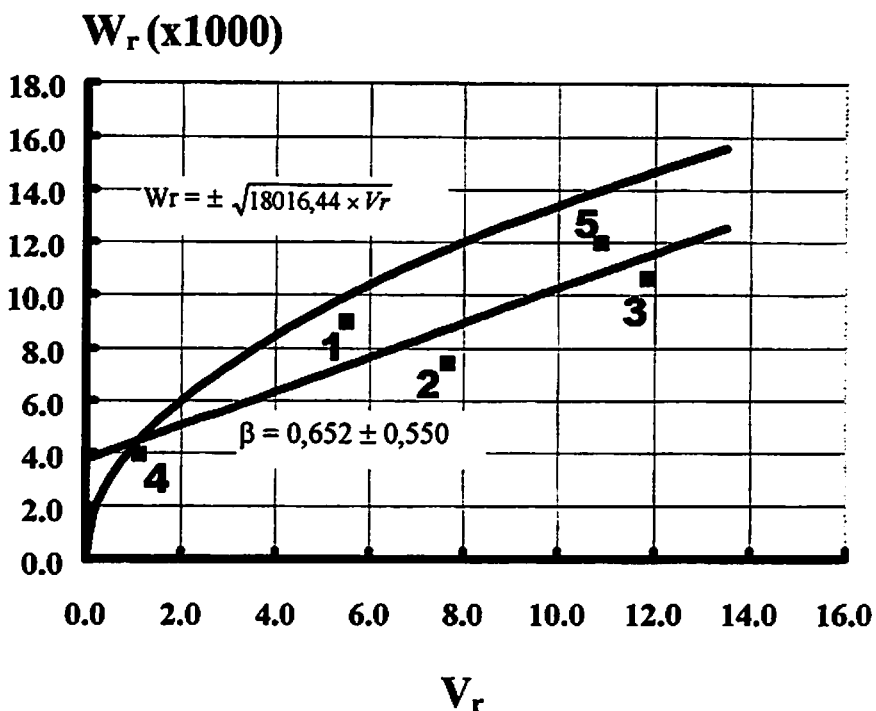


Figura 3. Regressão W_r em V_r e parábola limitante para número de frutos por planta.

Genitores: 1 = BGH - 81; 2 = BGH - 4196; 3 =BGH - 4285;
4 = BGH - 1810; 5 =BGH -433.

necessita de pimentas de tamanho pequeno e médio, de coloração variada, que é o mercado de pimentas "in natura" e de molhos. Neste último, além dela estar presente sob a forma de pó, ou seja, moída, são também colocadas inteiras, fazendo parte da decoração do molho e servindo para o consumidor identificar àquela de sua preferência.

O genitor 4 foi o que apresentou o maior peso médio do fruto, 4,45 g/fruto, enquanto que o genitor 5 foi o que apresentou o menor peso, 0,90 g/fruto; os genitores 1, 2 e 3 constituíram o grupo intermediário. Entre os híbridos, quatro grupos foram formados. Apenas dois híbridos atingiram o

desempenho do genitor 4, que foram respectivamente os híbridos 1x2 e 1x4, com 5,22 e 5,18 g/fruto. Três deles se igualaram ao genitor 5, com os menores pesos de frutos avaliados neste trabalho, que foram os híbridos 1x5, 2x5 e 4x5. O híbrido 2x4 apresentou desempenho semelhante aos genitores, que constituíram o grupo intermediário, com peso de 3,61 g/fruto. Os demais híbridos se agruparam em uma classe, com pesos que variaram de 1,34 a 2,06 g/fruto (Tabela 10).

Praticamente, todos os híbridos apresentaram heterose negativa para este caráter. Os híbridos 1x2 e 1x4, foram as únicas exceções, tanto em relação à média dos pais (+45% e +30%, respectivamente), quanto ao pai superior (+44% e +16%, respectivamente) (Tabela 10).

A substancial heterose para peso de fruto, mencionada acima, foi refletida em todos os seus componentes, heterose média, varietal e específica (Tabela 4), segundo a análise de Gardner & Eberhart. Pelo fato da heterose média ter diferido, significativamente, de zero, pode-se inferir que a média dos genitores diferiu da média dos híbridos. Porém, ela foi negativa, ou seja, a média do peso de fruto dos híbridos é em geral inferior à média dos genitores (Tabela 7).

O desempenho dos genitores "per se" não foi um bom indicativo do comportamento dos híbridos, para o peso de fruto, tendo em vista os efeitos gênicos não aditivos: dominância, sobredominância ou epistasia, para a expressão deste caráter, que ficaram evidenciados, pela contribuição das somas de quadrados dos componentes de heterose varietal e específica para a soma de quadrados de tratamentos (Tabela 4).

A maioria das estimativas de heterose específica (capacidade específica de combinação) foi negativa. Contudo, as estimativas variaram de um valor máximo (positivo) de +2,33 para o híbrido 3x5 a um valor mínimo de (negativo) de -1,25 para o híbrido 1x5, portanto, com uma amplitude

correspondente a 3,58 (Tabela 7). A epistasia parece ser responsável pela grande magnitude dos efeitos de heterose específica, o que se pode inferir pelo teste de hipótese da magnitude de β na análise de Jinks & Hayman (Tabela 8).

4.2.5 Comprimento de fruto

Da mesma forma que o peso médio de frutos, o comprimento é um caráter muito importante para o pimentão. Porém, para as pimentas torna-se um pouco menos importante, pelos mesmos motivos já apontados anteriormente.

Os cinco genitores e os dez híbridos F_1 foram classificados em sete grupos diferentes (Tabela 11). O genitor 5 e o híbrido 1x5 formaram um grupo isolado, com os dois menores valores de comprimento, 1,01 e 1,00 cm, respectivamente. O híbrido 2x4, com 6,22 cm de comprimento, foi o tratamento de maior comprimento, seguido pelos genitores 2 e 4, com 5,59 e 5,51 cm, respectivamente. Os demais genitores e híbridos, formaram grupos intermediários, com valores, variando de 1,78 a 4,90 cm (Tabela 11). Esse número relativamente grande de grupos fornece uma boa idéia da divergência existente entre os tratamentos para esse caráter, principalmente, com relação aos genitores.

Apenas o híbrido 2x4 apresentou heterose positiva, tanto em relação à média dos pais quanto em relação ao pai superior, mesmo assim de baixa magnitude: +12% e +11%, respectivamente, (Tabela 11). Este resultado já era previsto, pois não se espera heterose positiva para comprimento de fruto, nem para peso médio por frutos, em *Capsicum* ssp, principalmente, quando os genitores são muito divergentes quanto ao tamanho de fruto (Miranda, 1987), como os utilizados nesse trabalho.

De acordo com a análise de Gardner & Eberhart, a heterose para comprimento de fruto foi evidenciada pela significância de todos seus

TABELA 11. Médias de comprimento de fruto e relação comprimento/diâmetro, valores de heterose dos híbridos em relação à média dos pais (MP) e ao pai superior (PS). Rio Branco - AC, 1997.

Tratamento	Comprimento de Fruto			Relação Comprimento/Diâmetro		
	Médias ¹ (cm)	Heterose		Médias ¹	Heterose	
		MP(% heterose)	PS(% heterose)		MP(% heterose)	PS(% heterose)
1	2,058 B	—	—	0,936 A	—	—
2	5,590 F	—	—	4,347 F	—	—
3	4,904 E	—	—	2,251 D	—	—
4	5,514 F	—	—	3,503 E	—	—
5	1,019 A	—	—	0,847 A	—	—
1 x 2	3,801 D	-0,02ns (-0,6%)	-1,79(-32%)	1,702 C	-0,94** (-35%)	-2,64(-61%)
1 x 3	2,158 B	-1,32** (-38%)	-2,75(-56%)	1,018 A	-0,57** (-36%)	-1,23(-55%)
1 x 4	3,763 D	-0,02ns (-0,6%)	-1,75(-32%)	1,640 C	-0,58** (-26%)	-1,86(-53%)
1 x 5	1,002 A	-0,54* (-35%)	-1,06(-51%)	0,924 A	0,03ns (+4%)	-0,01(-1%)
2 x 3	4,284 D	-0,96** (-18%)	-1,31(-23%)	3,199 E	-0,10ns (-3%)	-1,15(-26%)
2 x 4	6,223 G	0,67** (+12%)	0,63(+11%)	4,284 F	0,36* (+9%)	-0,06(-1%)
2 x 5	1,784 B	-1,52** (-46%)	-3,81(-68%)	1,823 C	-0,77** (-30%)	-2,52(-58%)
3 x 4	3,266 C	-1,94** (-37%)	-2,25(-41%)	2,453 D	-0,42* (-15%)	-1,05(-30%)
3 x 5	2,504 B	-0,46ns (-15%)	-2,40(-49%)	1,381 B	-0,17ns (-11%)	-0,87(-39%)
4 x 5	1,782 B	-1,48** (-45%)	-3,73(-68%)	1,654 C	-0,52** (-24%)	-1,85(-53%)

¹ As médias acompanhadas de letras idênticas não apresentam diferenças significativas entre si, a 5% de probabilidade, quando comparadas pelo teste de Scott & Knott (1974).

** ; * Significativos, ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

ns Não significativo.

Genitores: 1 = BGII - 81; 2 = BGII - 4196; 3 = BGH - 4285; 4 = BGH - 1810; 5 = BGII - 433.

componentes: heterose média, varietal e específica (Tabela 4). Como a heterose média diferiu, significativamente, de zero, pode-se inferir que a média dos genitores diferiu da média dos híbridos. Todavia, essa heterose foi negativa, ou seja, a média do comprimento de fruto dos híbridos é inferior à média dos genitores (Tabela 7).

Pela significância e contribuição das somas de quadrados dos componentes de heterose média, varietal e específica, para a soma de quadrados de tratamentos, fica evidenciada a importância dos efeitos gênicos não aditivos: dominância ou epistasia, para o comprimento de fruto (Tabela 4). Portanto, mesmo com a significância do efeito de genitores, não se pode fazer inferências seguras a respeito do comportamento dos híbridos, quanto ao comprimento de fruto, baseando-se na performance dos pais "per se".

Com relação às estimativas de heterose específica (capacidade específica de combinação), mais da metade delas foram negativas. Com uma amplitude correspondente a 2,01 cm, as estimativas variaram de um valor máximo (positivo) de +1,17 cm do híbrido 3x5 a um valor mínimo de (negativo) de -0,84 cm do híbrido 2x5 (Tabela 7).

Nesse caráter, de acordo com a análise de Jinks & Hayman, foi verificado que não há evidência de ação gênica epistática, já que a regressão de W_r em V_r , com $\beta = 0,761$ (Tabela 8), diferiu de zero ($\alpha = 0,01$), mas não diferiu da unidade, sendo, portanto, adequado o modelo aditividade-dominância. A correlação positiva e próxima de +1 ($r = 0,832$), entre $(W_r + V_r)$ e Y_r , indica que os alelos dominantes têm efeitos, predominantemente, negativos, ou seja, atuam no sentido de diminuir o comprimento do fruto (Tabela 9).

De acordo com a análise gráfica (Figura 4), os genitores 2 e 4 localizaram-se na parte superior da reta, indicando que esses genitores possuem um maior número de alelos recessivos para o caráter, o que é confirmado, pois os dois obtiveram os maiores valores de comprimento de fruto (Tabela 11). Já o

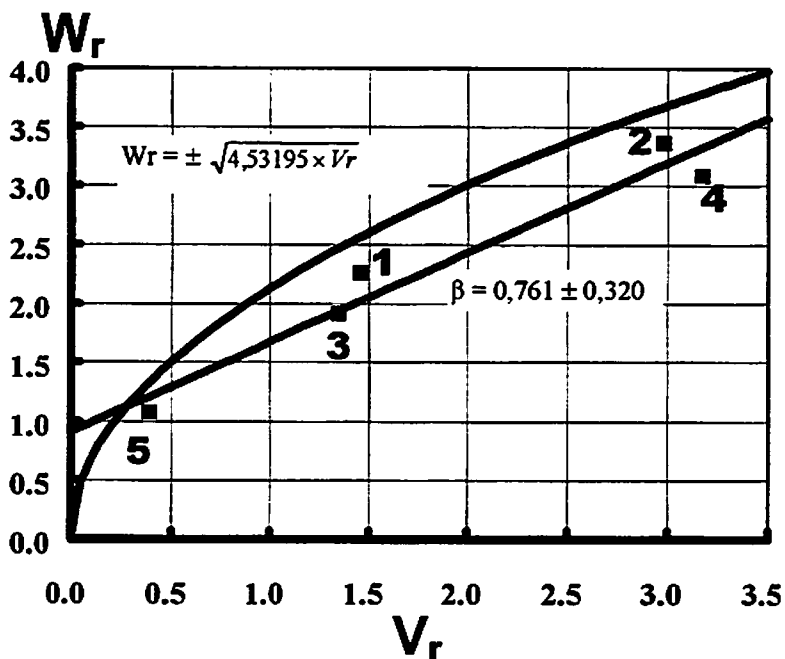


Figura 4. Regressão W_r em V_r e parábola limitante para comprimento de fruto. Genitores: 1=BGH-81; 2=BGH-4196; 3=BGH-4285; 4=BGH-1810; 5=BGH- 433.

genitor 5, que situou-se na parte inferior da reta e portanto com o maior número de alelos dominantes para o caráter, foi o genitor com menor comprimento de fruto (Tabela 11). Com valores de comprimento de fruto intermediários (Tabela 11), porém, mais próximo do genitor 5 e por sua vez, localizados na porção mediana da reta, estão os genitores 1 e 3 (Figura 4).

A reta intercepta o eixo das ordenadas (W_r), acima da origem, indicando dominância incompleta para o caráter (Figura 4).

4.2.6 Relação comprimento/diâmetro

A relação comprimento/diâmetro de fruto permite inferir a classificação dos frutos, quanto ao formato. O tipo de fruto mais arredondado, tem o diâmetro próximo do comprimento e, portanto, com a relação comprimento/diâmetro aproximando-se de 1,0. O tipo de fruto comprido, tem o valor do diâmetro bem inferior ao do comprimento, fazendo com que a relação comprimento/diâmetro apresente valores superiores a 1,0.

Os genitores 1 e 5 formaram um mesmo grupo (Tabela 11) e foram os frutos mais arredondados, com valores de 0,93 e 0,84, respectivamente. O genitor 2 destacou-se por apresentar o valor mais afastado da unidade (4,34), sendo, portanto, o genitor mais alongado entre os utilizados nesse trabalho. Dentre os híbridos, apenas dois tiveram performance semelhante aos genitores de formato mais arredondado: os híbrido 1x3 e 1x5, com valores de 1,01 e 0,92, respectivamente. O híbrido 2x4 foi o único a não diferir, estatisticamente, dos genitores mais alongados, com o valor de 4,28. Os demais híbridos obtiveram valores intermediários, que variaram de 1,38 a 3,19 (Tabela 11).

Com relação à heterose, a maioria dos híbridos apresentaram heterose negativa, em relação à média dos pais; as duas exceções foram os híbridos 1x5 e 2x4, porém com magnitude de heterose muito baixa, +4% e +9%, sendo no primeiro caso, a heterose não significativa. Em relação ao pai superior, todos os híbridos apresentaram heterose negativa (Tabela 11). Resultados semelhantes foram obtidos em trabalhos com pimentão (*Capsicum annuum*) (Miranda, 1987; Tavares, 1993).

A análise de Gardner & Eberhart mostrou que os efeitos de heterose também se revelaram significativos, para a relação comprimento/diâmetro dos frutos, sendo esse efeito devido aos seus componentes heterose média e específica. Por ter diferido, significativamente, a heterose média mostrou que a

média dos híbridos diferiu daquela dos genitores (Tabela 12). Porém, essa heterose foi negativa, ou seja, a média da relação comprimento/diâmetro de fruto dos híbridos é inferior a dos genitores (Tabela 12). Para o componente heterose varietal não foi detectado significância (Tabela 4), indicando haver pouca diferença entre as médias dos híbridos dos diferentes genitores.

Tendo em vista a significância e contribuição da soma de quadrados do efeito de heterose específica, para a soma de quadrados de tratamento, não se podem desprezar os efeitos gênicos não aditivos —dominância e epistasia—, para a expressão deste caráter. Em vista disto, o desempenho dos genitores não prediz, eficientemente, a relação comprimento/diâmetro dos frutos.

As estimativas da heterose específica compreenderam uma amplitude de 1,05, com os valores máximo (+0,62) e mínimo (-0,43) apresentados pelos híbridos 2x4 e 2x5, respectivamente (Tabela 12). Esta amplitude reflete o efeito da heterose específica.

Segundo a análise de Jinks & Hayman, não há evidência de ação gênica epistática, para a relação comprimento/diâmetro de fruto, uma vez que o teste da regressão de W_r em função de V_r , com $\beta = 0,926$ (Tabela 8), não diferiu, significativamente, de 1 ($\alpha = 0,01$), mas diferiu, estatisticamente, de zero, mostrando que um modelo de aditividade-dominância é adequado a este caráter.

A alta correlação positiva ($r = 0,995$) entre $(W_r + V_r)$ e \bar{Y}_r (Tabela 9), indica que alelos dominantes favorecem à produção de frutos mais arredondados. Este fato é comprovado pela análise gráfica (Figura 5), onde os genitores 1 e 5, que são os genitores com relação comprimento/diâmetro mais próxima de 1 (Tabela 11), apresentaram-se próximo à extremidade inferior do segmento de reta, indicando que esses genitores contêm alta proporção de alelos dominantes. O inverso ocorreu com os genitores 2 e 4, que apresentaram na relação comprimento / diâmetro os valores mais afastados da unidade e

TABELA 12. Estimativas dos componentes de médias μ (média dos genitores), V_i (efeito de variedade), \bar{h} (heterose média), h_i (efeito de heterose) e S_{ij} (heterose específica) para relação comprimento/diâmetro, porcentagem de matéria seca nos frutos, matéria seca de frutos por planta, incidência de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (XCV) e resistência do pedúnculo. Rio Branco-AC, 1997.

Componente de média	Relação Comp./Diâm.	Porcentagem de Mat. Seca nos Frutos	Matéria Seca de Fruto por Planta	Incidência de XCV	Resistência do Pedúnculo
μ	2,131	15,838	38,128	2,835	2,527
V_i					
Genitor 1	-1,44 **	-2,56 **	-28,36 **	0,64 ns	1,32 **
Genitor 2	1,97 **	1,70 *	-4,64 ns	-0,09 ns	0,25 ns
Genitor 3	-0,12 ns	-4,78 **	27,00 **	-1,36 **	-1,63 **
Genitor 4	1,13 **	-0,58 ns	-23,80 **	2,04 **	1,25 **
Genitor 5	-1,53 **	6,21 **	29,80 **	-1,23 **	-1,19 **
\bar{h}	-0,37 **	-0,05 ns	-0,69 ns	0,71 **	-0,70 **
h_i					
Genitor 1	-0,20 *	1,27 *	10,64 ns	-0,18 ns	-0,30 **
Genitor 2	0,01 ns	-1,56 *	1,60 ns	0,19 ns	0,10 ns
Genitor 3	0,07 ns	0,85 ns	3,74 ns	0,33 ns	0,22 *
Genitor 4	0,10 ns	1,19 *	-5,07 ns	-0,31 ns	0,19 ns
Genitor 5	0,01 ns	-1,76 **	-10,91 ns	-0,03 ns	-0,21 *
S_{ij}					
1 x 2	-0,38 **	0,15 ns	17,45 **	-0,62 *	0,42 **
1 x 3	-0,08 ns	0,37 ns	-17,26 **	0,08 ns	-0,38 **
1 x 4	-0,12 ns	-0,47 ns	24,42 **	0,01 ns	0,48 **
1 x 5	0,58 **	-0,06 ns	-24,61 **	0,53 *	-0,52 **
2 x 3	0,19 ns	-0,54 ns	-10,59 ns	0,60 *	-0,35 **
2 x 4	0,62 **	0,82 ns	12,89 *	-0,27 ns	0,34 **
2 x 5	-0,43 **	-0,44 ns	-19,76 **	0,29 ns	-0,41 **
3 x 4	-0,23 *	-0,35 ns	-26,92 **	0,20 ns	-0,51 **
3 x 5	0,12 ns	0,51 ns	54,76 **	-0,88 **	1,25 **
4 x 5	-0,27 *	-0,01 ns	-10,40 ns	0,05 ns	-0,31 **

**; * Significativos, ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

ns Não significativo.

Genitores: 1 = BGH - 81; 2 = BGH - 4196; 3 = BGH - 4285; 4 = BGH - 1810; 5 = BGH - 433.

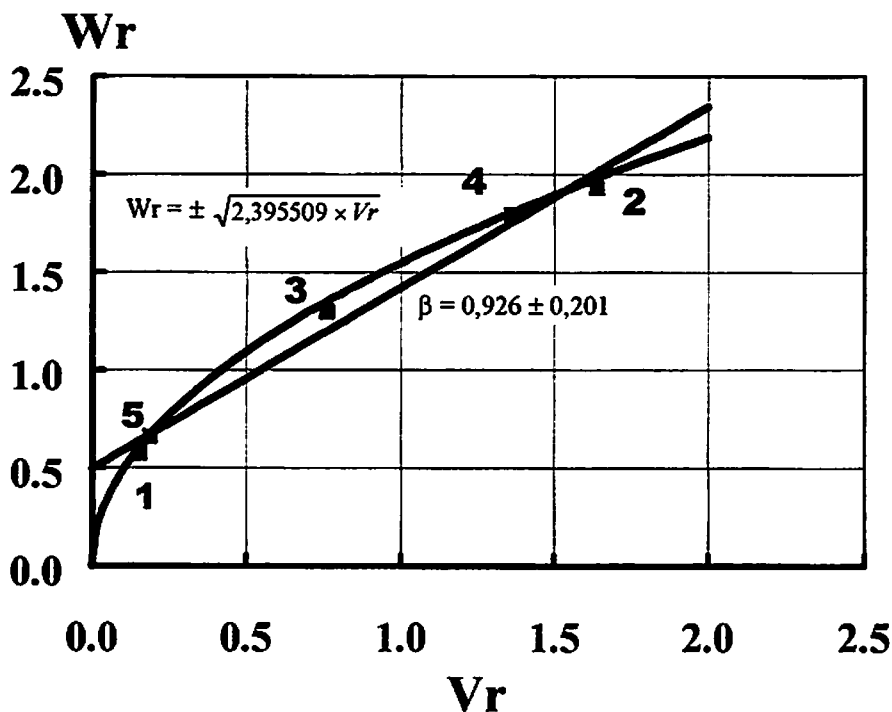


Figura 5. Regressão W_r em V_r e parábola limitante para relação comprimento / diâmetro de fruto.
 Genitores: 1 = BGH - 81; 2 = BGH - 4196; 3 = BGH - 4285;
 4 = BGH - 1810; 5 = BGH - 433.

encontram-se localizados na parte superior do segmento de reta, indicando uma maior proporção de alelos recessivos (Figura 5). O genitor 3 apresentou um valor intermediário (Tabela 11), quando comparado aos demais genitores, o que indica possuir uma proporção de alelos dominantes superior a dos genitores 1 e 5, mas inferior a dos genitores 2 e 4; portanto, ocupou uma posição intermediária, no segmento de reta (Figura 5).

O segmento de reta interceptou o eixo das ordenadas (W_r), acima da origem (Figura 5), indicando dominância incompleta para a relação comprimento/diâmetro de fruto.

4.2.7 Porcentagem de matéria seca nos frutos

Todos os genitores apresentaram diferenças significativas entre si, exceto 1 e 3, que foram semelhantes em termos de porcentagem de matéria seca nos frutos (Tabela 13). O genitor 5 foi o tratamento, que apresentou a maior porcentagem de matéria seca nos frutos (22,09%), os menores valores foram apresentados pelos genitores 1 e 3 anteriormente citados e o híbrido 2x3, com 13,32%, 11,10% e 13,04%, respectivamente. Os outros híbridos se dividiram em dois grupos, com valores de porcentagem de matéria seca nos frutos, que variaram de 14,66% a 18,06% (Tabela 13).

Mais da metade dos híbridos apresentaram heterose negativa, relativamente à média dos pais. Entre os poucos híbridos com heterose positiva, o híbrido 1x3 foi o que mais se destacou, com +20%. Os outros três, que apresentaram valores positivos, não diferiram significativamente da média dos pais, quando aplicado o teste "t". Em relação ao pai superior, apenas dois híbridos apresentaram heterose positiva, o 1x3 e o 1x4, com +10% e +6%, respectivamente (Tabela 13).

A análise de Gardner & Eberhart revelou que a importância da heterose, para a porcentagem de matéria seca nos frutos se deve à significância de seu componente heterose varietal. O componente de heterose média não diferiu, significativamente, de zero, indicando que a média dos genitores não diferiu da média dos híbridos (Tabela 4). A heterose varietal foi o único componente significativo, indicando que os genitores diferem em sua habilidade de contribuir para o aumento, ou diminuição da porcentagem de matéria seca nos frutos. Os genitores 1 e 4 foram os que mais contribuíram para o aumento na porcentagem de matéria seca nos frutos dos híbridos. A heterose específica foi pouco expressiva nesse caso (Tabela 12).

TABELA 13. Médias de porcentagem de matéria seca nos frutos e matéria seca de frutos por planta, valores de heterose dos híbridos em relação à média dos pais (MP) e ao pai superior (PS). Rio Branco - AC, 1997.

Tratamento	Porcentagem de Matéria Seca nos Frutos				Matéria Seca de Frutos por Planta			
	Médias ¹		Heterose		Médias ¹		Heterose	
	(%)	MP(% heterose)	PS(% heterose)	(g/planta)	MP(% heterose)	PS(% heterose)		
1	13,32	A	—	—	10,23	A	—	—
2	17,58	C	—	—	33,94	B	—	—
3	11,10	A	—	—	65,59	C	—	—
4	15,29	B	—	—	14,78	A	—	—
5	22,09	D	—	—	68,38	C	—	—
1 x 2	15,26	B	-0,19ns (-1%)	-2,32(-13%)	51,09	B	29,00* (+131%)	17,15(+50%)
1 x 3	14,66	B	2,45* (+20%)	1,34(+10%)	34,34	B	-3,57ns (-9%)	-31,25(-48%)
1 x 4	16,24	C	1,93ns (+13%)	0,95(+6%)	41,81	B	29,30** (+234%)	27,03(+183%)
1 x 5	17,10	C	-0,60ns (-3%)	-4,99(-22%)	13,74	A	-25,56* (-65%)	-54,64(-80%)
2 x 3	13,04	A	-1,30ns (-9%)	-4,54(-26%)	43,82	B	-5,94ns (-12%)	-21,77(-33%)
2 x 4	16,83	C	0,39ns (+2%)	-0,75(-4%)	33,10	B	8,74ns (+36%)	-0,84(-2%)
2 x 5	16,02	C	-3,81** (-19%)	-6,07(-27%)	21,41	A	-29,75** (-58%)	-46,97(-69%)
3 x 4	14,83	B	1,63ns (+12%)	-0,46(-3%)	11,25	A	-28,93* (-72%)	-54,34(-83%)
3 x 5	16,14	C	-0,45ns (-3%)	-5,95(-27%)	113,89	D	46,90** (+70%)	45,51(+66%)
4 x 5	18,06	C	-0,63ns (-3%)	-4,03(-18%)	14,52	A	-27,1* (-65%)	-53,86(-79%)

¹ As médias acompanhadas de letras idênticas não apresentam diferenças significativas entre si, a 5% de probabilidade, quando comparadas pelo teste de Scott & Knott (1974).

***, * Significativos, ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

ns Não significativo.

Genitores: 1 = BGII - 81; 2 = BGH - 4196; 3 = BGH - 4285; 4 = BGII - 1810; 5 = BGII - 433.

Há evidências de uma maior importância dos efeitos gênicos aditivos para a porcentagem de matéria seca nos frutos, tendo em vista a ampla contribuição da soma de quadrados dos efeitos de genitores. Por outro lado, há também evidência da existência de efeitos gênicos não-aditivos (dominância ou epistasia) na expressão deste caráter, tendo em vista a significância da heterose, mas a contribuição desses efeitos é comparativamente menor.

De acordo com a análise de Jinks & Hayman, o valor da estimativa de " β ", igual a 0,811 (Tabela 8), diferiu de zero ($\alpha = 0,05$), mas não diferiu de um, não revelando a presença de epistasia e, portanto, mostrando ser o modelo aditivo-dominante adequado a este caráter. O sinal positivo e a magnitude do coeficiente de correlação $r = 0,646$ de $(W_r + V_r)$ e (\bar{Y}_r) , (Tabela 9), mostram que os alelos dominantes têm predominantemente, mas não exclusivamente, efeitos negativos, ou seja, atuam em geral no sentido de diminuir a porcentagem de matéria seca nos frutos. De fato, o genitor 5 foi o que produziu a menor porcentagem de matéria seca nos frutos (Tabela 13) e encontra-se na parte superior da reta (Figura 6), o que mostra que ele contém maior quantidade de alelos recessivos para o caráter, o que favorece neste genitor, um aumento na porcentagem de matéria seca nos frutos.

Na análise gráfica (Figura 6), a reta intercepta o eixo das ordenadas (W_r) acima da origem, no ponto $a = 2,940$, indicando a existência da dominância incompleta.

4.2.8 Matéria seca de frutos por planta

Levando-se em conta também os valores da produção total, o caráter matéria seca de frutos por planta, quando comparado à porcentagem de matéria seca nos frutos "per se", promoveu alterações na classificação de quase todos os

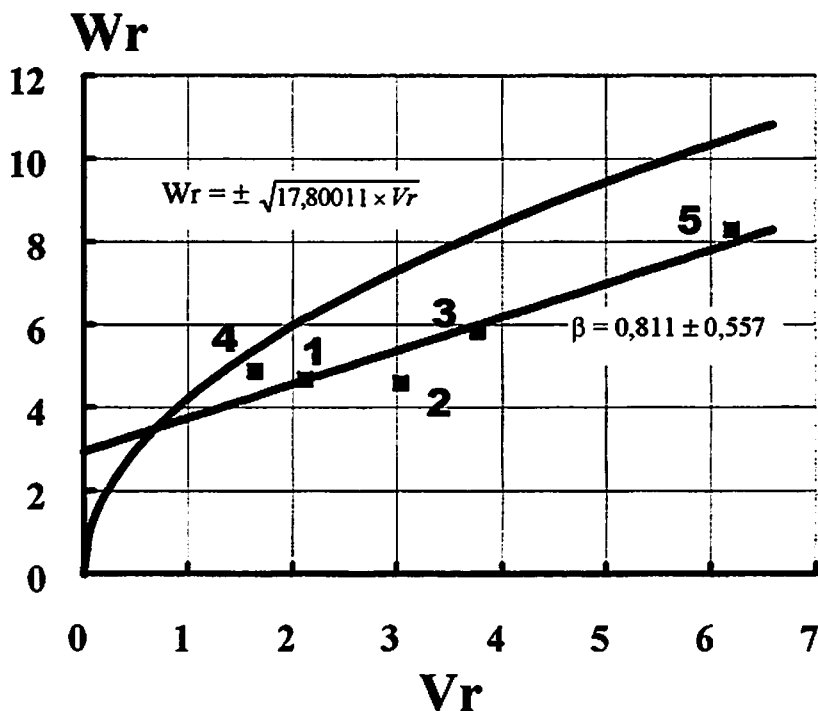


Figura 6. Regressão W_r em V_r e parábola limitante para porcentagem de matéria seca nos frutos.

Genitores: 1 = BGH - 81; 2 = BGH - 4196; 3 = BGH - 4285; 4 = BGH - 1810; 5 = BGH - 433.

genitores e híbridos, tanto em termos de valores médios, quanto de heteroses.

Desta forma, o híbrido 3x5 foi o que mais se destacou entre todos os tratamentos, com um rendimento de 113,8 gramas de matéria seca de frutos por planta. Os genitores 3 e 5 apresentaram os segundos melhores resultados e formaram um grupo separado dos demais tratamentos, com valores de 65,59 g/planta e 68,38 g/planta, respectivamente. Os demais tratamentos formaram dois grupos intermediários, variando de 10,23 g/planta a 51,09 g/planta, sendo estes valores extremos, apresentados pelo genitor 1 e pelo híbrido 1x2, respectivamente (Tabela 13).

Tanto, relativamente à média dos pais, quanto relativamente ao pai superior, mais da metade dos híbridos apresentaram heterose negativa. Os híbridos 1x4 (+234%) e 3x5 (+70%) foram os mais heteróticos, em relação à média dos pais e também em relação ao pai superior, apresentando uma heterose de +183% e +66%, respectivamente (Tabela 13).

O caráter porcentagem de matéria seca nos frutos é muito importante para a indústria, tendo em vista que grande parte da utilização de pimentas no mundo é feita sob a forma de pó. Portanto, o melhor material para a indústria, que processa a pimenta dessa forma será aquele que apresentar uma maior porcentagem de matéria seca nos frutos, quando do processamento. Contudo, do ponto de vista agrônômico, o mais importante é, na realidade, a quantidade de matéria seca de frutos produzida por área, ou seja, por planta. Não seria desejável um material com uma alta porcentagem de matéria seca nos frutos e uma baixa produção por área, pois o mesmo não daria rendimento econômico satisfatório, quando comparado a um outro, com uma menor porcentagem de matéria seca nos frutos, porém com uma elevada produção por área. Desta forma, caso não seja possível obter um material que possua as duas características com valores elevados, o melhor é obter-se material com porcentagem intermediária de matéria seca nos frutos e produção elevada. Neste sentido, o híbrido 3x5 representa a melhor combinação encontrada, entre teor de matéria seca e rendimento de matéria seca de fruto por planta (Tabela 13).

A análise de Gardner & Eberhart revelou que a elevada heterose para a matéria seca de frutos por planta deveu-se, principalmente, à significância de seu componente heterose específica. Entretanto, a média dos híbridos não diferiu da média dos genitores, pois o componente heterose média não diferiu, significativamente, de zero (Tabela 12).

A soma de quadrados de tratamentos apresentou uma substancial contribuição da soma de quadrados do componente de heterose específica

(Tabela 5), tornando evidente a importância dos efeitos gênicos não aditivos (dominância ou epistasia) para a expressão deste caráter. Desta forma, o desempenho dos pais "per se" não é um bom indicativo do comportamento dos híbridos com relação à matéria seca de frutos por planta.

Com um valor máximo positivo de +54,76 g/planta e o mínimo negativo de -26,92 g/planta, dos híbridos 3x5 e 3x4, respectivamente, foi obtida uma amplitude dos valores de heterose específica de 81,68 g/planta (Tabela 12). Esta amplitude evidencia a importância de se observar esta fonte de variação, no momento em que forem ser feitas inferências genéricas sobre o valor de um determinado genitor desses híbridos.

Nessa característica a ação gênica epistática também parece contribuir para a heterose, o que foi detectado pela análise dialélica de Jinks & Hayman (Tabela 8).

4.2.9 Incidência de *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria* (XCV)

Para o caráter incidência da doença causada por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (XCV), ocorreu uma nítida divisão dos tratamentos em três grupos, sendo que os genitores 3 e 5 e o híbrido 3x5 formaram um grupo. O segundo grupo foi constituído pelo genitor 2, o terceiro grupo pelos genitores 1 e 4 e todos os demais híbridos. Para este caráter, os valores mais próximos de um, representam os tratamentos com um menor nível de ataque do patógeno. Apenas o cruzamento entre os genitores 3 e 5, que gerou o híbrido 3x5, manteve a média baixa. Mesmo quando apenas um destes dois genitores participou de cruzamentos, os híbridos gerados apresentaram médias próximas ou superiores a do genitor, de média mais elevada (Tabela 14).

TABELA 14. Médias de incidência de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*(XCV) e resistência do pedúnculo, valores de heterose dos híbridos em relação à média dos pais (MP) e ao pai superior (PS). Rio Branco - AC, 1997.

Tratamento	Incidência de XCV			Resistência do Pedúnculo		
	Médias ¹	Heterose		Médias ¹	Heterose	
		MP(% heterose)	PS(% heterose)		MP(% heterose)	PS(% heterose)
1	3,00 C	—	—	4,32 D	—	—
2	2,27 B	—	—	3,24 C	—	—
3	1,00 A	—	—	1,37 A	—	—
4	4,40 C	—	—	4,25 D	—	—
5	1,13 A	—	—	1,81 B	—	—
1 x 2	2,73 C	0,09ns (+4%)	-0,27(-9%)	3,30 C	-0,48** (-13%)	-1,02(-24%)
1 x 3	2,93 C	0,93* (+46%)	-0,07(-2%)	1,68 A	-1,16** (-41%)	-2,64(-61%)
1 x 4	3,93 C	0,23ns (+6%)	-0,47(-11%)	3,96 D	-0,32ns (-8%)	-0,36(-8%)
1 x 5	3,10 C	1,03* (+50%)	-0,10(-3%)	1,33 A	-1,73** (-57%)	-2,99(-69%)
2 x 3	3,47 C	1,83** (+112%)	1,20(+53%)	1,57 A	-0,73** (-32%)	-1,67(-51%)
2 x 4	3,67 C	0,33ns (+10%)	-0,73(-17%)	3,68 C	-0,06ns (-2%)	-0,57(-13%)
2 x 5	2,87 C	1,17* (+69%)	0,60(+26%)	1,30 A	-1,22** (-48%)	-1,94(-60%)
3 x 4	3,63 C	0,93* (+34%)	-0,77(-17%)	2,00 B	-0,81** (-29%)	-2,25(-53%)
3 x 5	1,20 A	0,13ns (+13%)	0,07(+6%)	2,14 B	0,55** (+35%)	0,33(+18%)
4 x 5	3,20 C	0,43ns (+16%)	-1,20(-27%)	1,99 B	-1,04** (-34%)	-2,26(-53%)

¹ As médias acompanhadas de letras idênticas não apresentam diferenças significativas entre si, a 5% de probabilidade, quando comparadas pelo teste de Scott & Knott (1974).

** ; * Significativos, ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

ns Não significativo.

Genitores: 1 = BGH - 81; 2 = BGH - 4196; 3 = BGH - 4285; 4 = BGH - 1810; 5 = BGH - 433.

Todos os híbridos apresentaram heterose positiva, isto é, no sentido de maior suscetibilidade ao patógeno, em relação à média dos pais. Evidencia-se, neste caso, a resistência à bacteriose apresentada pelos genitores 3 e 5, bem como, de seu híbrido 3x5. De igual forma, infere-se que tal resistência seja controlada por alelo (s) recessivo (s), uma vez que todos os outros híbridos, envolvendo os genitores 3 ou 5 revelaram-se suscetíveis à bactéria.

A análise de Gardner & Eberhart constatou que a manifestação de heterose, foi evidenciada pelo efeito de heterose ter sido altamente significativo e, mais particularmente, pelos seus componentes heterose média e específica (Tabela 5). Pelo fato do componente de heterose média ter diferido significativamente de zero, pode-se inferir que a média dos híbridos diferiu da média dos genitores.

Observando a contribuição das somas de quadrados dos componentes de heterose média e específica, para a soma de quadrados de tratamentos (Tabela 5), pode-se perceber a importância dos efeitos gênicos não aditivos (dominância e/ou epistasia) na incidência de XCV. O desempenho dos pais "per se" não deve ser utilizado como indicativo do comportamento dos híbridos para esse caráter.

As estimativas da heterose específica apresentaram uma variação de valores, que forneceram uma amplitude correspondente a 1,48 relativamente à incidência de XCV, com um valor mínimo de -0,88 para o híbrido 3x5, a um valor máximo de +0,60 para o híbrido 2x3. Esta amplitude, que é reflexo do efeito significativo de heterose específica (Tabela 5), mostrou que esta fonte de variação não pode ser desprezada, pois, para a obtenção de um híbrido com resistência, é necessário o cruzamento de dois genitores específicos, ou seja, que os dois sejam resistentes, como é o caso do híbrido 3x5.

De acordo com a análise de Jinks & Hayman, a regressão de W_r em V_r , com $\beta = 0,863$ (Tabela 8), diferiu de zero ($\alpha = 0,05$), mas não diferiu de um, mostrando não haver evidência de ação gênica epistática e, portanto,

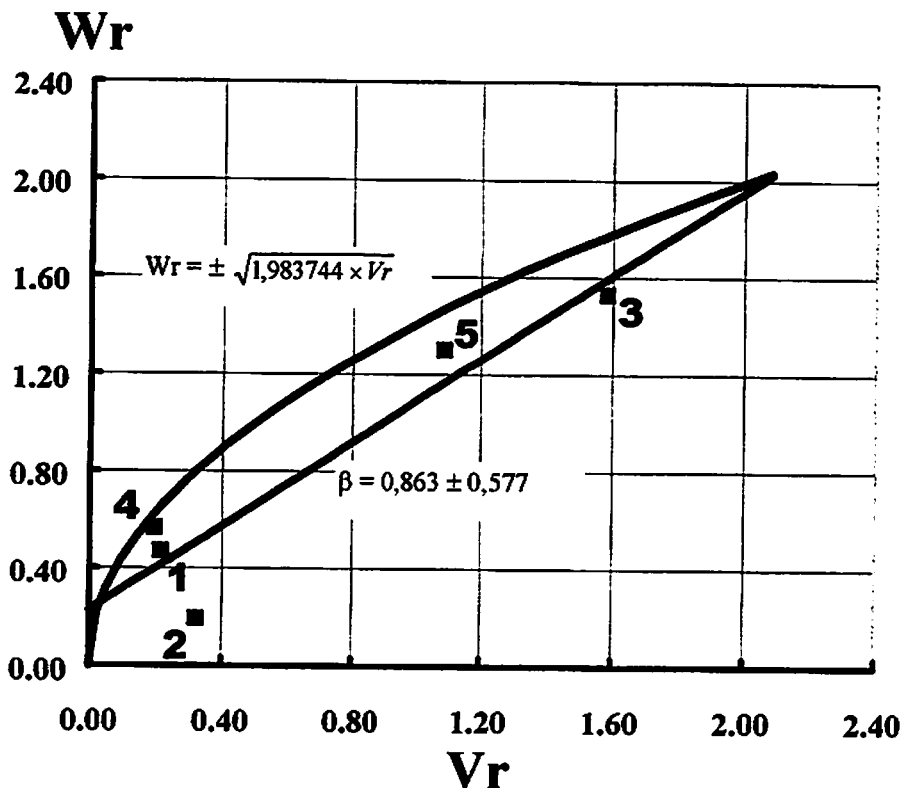
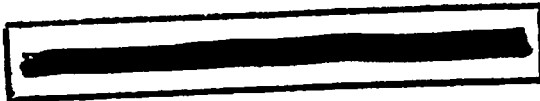


Figura 7. Regressão W_r em V_r e parábola limitante para incidência de *Xanthomonas campestris* pv *esicatoria*.
Genitores: 1 = BGH - 81; 2 = BGH- 4196; 3 = BGH - 4285;
4 = BGH - 1810; 5 = BGH - 433.

haver adequação do modelo aditividade-dominância.

Esse caráter foi avaliado através de uma escala de notas crescente, da menor para a maior incidência da doença. Sendo assim, a correlação negativa e próxima de -1 ($r = -0,785$; Tabela 9) entre $(W_r + V_r)$ e \bar{Y}_r indica que alelos dominantes tendem a favorecer um aumento na nota e, portanto, menor resistência à bacteriose.

Dessa forma, os genitores 3 e 5, que apresentaram resistência a *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Tabela 14) agruparam-se, isoladamente, na parte superior da reta (Figura 7), indicando a presença de alelo(s) recessivo(s) nestes genitores para este caráter; os genitores 1, 2, e 4 agruparam-se na parte inferior da reta, indicando a presença de alelos dominantes; de fato, estes genitores apresentaram-se como susceptíveis a doença (Tabela 14).

O fato da reta interceptar o eixo das ordenadas (W_r), acima da origem, indica tratar-se de ação gênica de dominância incompleta, porém, como o ponto está bem próximo à origem e também, levando em consideração a estimativa de " β ", que confere a precisão da reta, pode-se presumir que a ação gênica envolvida seja de dominância incompleta em pequeno grau, ou mesmo de dominância completa, para o(s) loco(s) que controla(m) o caráter.

O fato dos pontos correspondentes aos genitores 1, 2 e 4 concentrarem-se próximos ao ponto inferior de intersecção entre a reta e a parábola e os pontos correspondentes aos genitores 3 e 5, próximos ao ponto superior de intersecção, pode indicar que o controle da resistência é efetuado por um, ou por poucos locos gênicos.

A distribuição dos pontos correspondentes aos genitores no gráfico referente à incidência de bacteriose (Figura 7) é semelhante à distribuição encontrada para produção total (Figura 2). É possível, que nas condições deste ensaio, a produção total tenha sido fortemente influenciada pela reação de resistência à bacteriose, levando a uma forte correlação entre as duas características.

4.2.10 Resistência do pedúnculo

Este caráter tem uma importância fundamental para a indústria, na

obtenção de pimenta seca, pois é importante que o fruto seja facilmente separado do cálice, no momento da colheita, principalmente, quando a cultivar produz frutos pequenos. Caso o cálice seja moído junto com os frutos, o produto final pode apresentar sabor alterado; também a coloração sofre uma diminuição de sua intensidade, pela inclusão do cálice no momento da moagem. Portanto, se a separação do cálice não ocorrer no momento da colheita, esta operação deve ser realizada durante o preparo dos frutos, para entrarem no processamento de secagem (Casali & Couto, 1984).

Em pimentas do gênero *Capsicum*, a separação fácil do fruto maduro do cálice é atribuída a um caráter inicialmente denominado de *caduco*. Este caráter é controlado por um gene, designado como *s* (Casali & Couto, 1984), com dominância, no sentido do fácil desprendimento.

Os genitores 1 e 4 e o híbrido entre eles (1x4) formaram um grupo com as maiores médias, 4,32, 4,25 e 3,96, respectivamente (Tabela 14), ou seja, foi o que apresentou a maior resistência ao desprendimento do cálice, entre todos os tratamentos. O genitor 3 e os híbridos 1x3, 1x5, 2x3 e 2x5 formaram outro grupo, com a maior facilidade de desprendimento do cálice do fruto, com valores de 1,30 a 1,68. Mais dois grupos intermediários foram formados, com médias variando de 1,81 a 3,68 (Tabela 14).

Em termos de heterose, tanto em relação à média dos pais quanto em relação ao pai superior, todos os híbridos apresentaram heterose negativa, com exceção do 3x5, com valores de +35% de heterose relativa à média dos pais e +18% relativa ao pai superior, sendo este último valor não significativo estatisticamente, pelo teste de Scott & Knott (Tabela 14). Este resultado já era esperado, tendo em vista que a facilidade de desprendimento do pedúnculo ser dominante sobre a resistência ao desprendimento (Casali & Couto, 1984).

Através da análise de Gardner & Eberhart, verificou-se manifestação de heterose para o caráter resistência do pedúnculo, constatada pela significância

do efeito de heterose e confirmada pelos seus componentes heterose média, varietal e específica, que apresentaram valores altamente significativos (Tabela 5). Como o componente heterose média diferiu, significativamente, de zero, é possível inferir que a média dos híbridos diferiu da média dos genitores. Porém, ela foi negativa, ou seja, a média da resistência do pedúnculo dos híbridos é inferior a dos genitores (Tabela 12).

A importância dos efeitos gênicos não aditivos (dominância ou epistasia) para a expressão deste caráter foi evidenciada pela contribuição das somas de quadrados dos componentes de heterose média, varietal e específica, para a soma de quadrados de tratamentos. Assim, o desempenho dos pais "per se" não é um bom indicativo do comportamento dos híbridos em relação à resistência de pedúnculo (Tabela 5).

Todas as estimativas de heterose específica foram significativas para este caráter, pelo teste "t", sendo que mais da metade foram negativas, variando de +1,25, para o híbrido 3x5, a -0,52, para o híbrido 1x5, com uma amplitude correspondente de 1,77 (Tabela 12).

A análise de Jinks & Hayman revelou que o coeficiente de regressão de W_r em função de V_r , com $\beta = 1,199$ (Tabela 8), não diferiu de um, mas diferiu de zero, ao nível de significância de 1%, mostrando que o modelo aditividade-dominância é adequado, não havendo desta forma evidência de ação gênica epistática. A correlação positiva e próxima de +1 ($r = 0,949$) (Tabela 9), entre $(W_r + V_r)$ e \bar{Y}_r , indica, que os alelos dominantes têm efeitos predominantemente negativos (no sentido de diminuir a resistência do pedúnculo).

Os genitores 3 e 5, que situaram-se na parte inferior da reta (Figura 8), foram os dois genitores, que apresentaram as menores notas (Tabela 14), ou seja, tiveram a melhor classificação para o desprendimento do pedúnculo. Já os genitores 1, 2, e 4, localizaram-se na parte superior da reta (Figura 8), o que

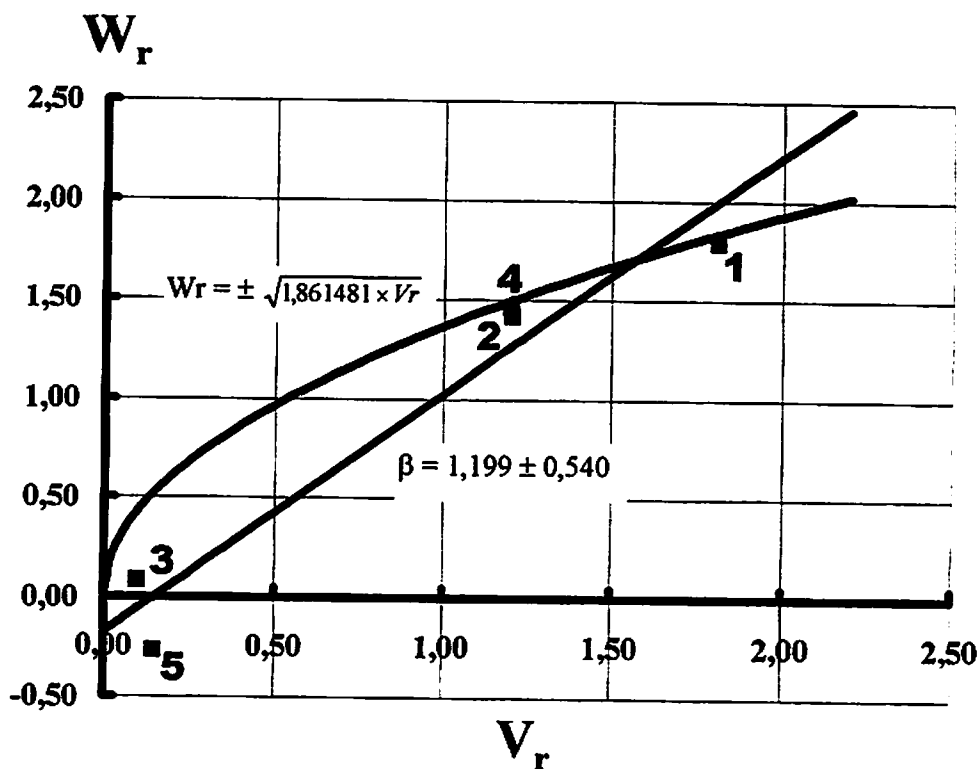


Figura 8. Regressão W_r em V_r e parábola limitante para resistência do pedúnculo.

Genitores: 1 = BGH - 81; 2 = BGH - 4196; 3 = BGH - 4285;
4 = BGH - 1810; 5 = BGH - 433.

indica a presença de alelos recessivos, de efeitos predominantemente positivos (no sentido de aumentar a resistência do pedúnculo ao desprendimento) (Tabela 14).

A reta intercepta o eixo das ordenadas (W_r), num ponto muito próximo da origem, o que permite inferir pela ocorrência de ação gênica de dominância completa (Figura 8).

O fato dos genitores corresponderem a pontos localizados nas porções inferiores (genitores 3 e 5), ou superiores (genitores 2,4 e 1) da reta, sem valores intermediários, pode indicar a existência de poucos genes, ou mesmo apenas 1 loco, controlando o caráter. É, pois, possível que os genitores 3 e 5 sejam homozigotos para o alelo dominante denominado "caduco", que controla o fácil desprendimento do pedúnculo (Casali & Couto, 1984).

4.2.11 Teor de capsaicina no fruto

Com relação ao teor de capsaicina no fruto, os híbridos 1x2 e 1x4 e todos os genitores incluíram-se num mesmo grupo, com médias variando de 2,20 mg/g de fruto a 6,05 mg/g de fruto. Mais três grupos foram formados pelos demais híbridos, com destaque para o grupo composto pelos híbridos 2x5 (20,75 mg/g de fruto) e 4x5 (22,45 mg/g de fruto), por terem apresentado as maiores médias, entre todos os tratamentos (Tabela 15).

Com exceção dos híbridos 1x2 e 1x4, tanto em relação à média dos pais, quanto em relação ao pai superior, todos os outros híbridos apresentaram valores positivos de heterose, que variaram de +82% a +356% relativamente à média dos pais e de +72% a +320% relativamente ao pai superior. Em ambos os casos, o híbrido 4x5 se destacou por apresentar os mais elevados valores de heterose (Tabela 15).

A grande manifestação de heterose para o teor de capsaicina, no fruto, evidenciou-se pela significância do efeito de heterose e todos seus componentes, heterose média, varietal e parental (Tabela 5). A significância da componente de heterose média indicou que a média dos híbridos diferiu da média dos genitores e como o valor foi positivo (Tabela 16), pode-se inferir que, em média, os híbridos são mais pungentes que os seus genitores.

TABELA 15. Médias de teor de capsaicina no fruto (mg/g fruto seco) e rendimento de capsaicina por planta, valores de heterose dos híbridos em relação à média dos pais (MP) e ao pai superior (PS). Rio Branco - AC, 1997.

Tratamento	Teor de Capsaicina no Fruto				Rendimento de Capsaicina por Planta			
	Médias ¹ (mg/g fruto)	Heterose		Médias ¹ (mg/planta)	Heterose			
		MP(% heterose)	PS(% heterose)		MP(% heterose)	PS(% heterose)		
1	2,20	A	—	—	22,51	A	—	—
2	6,05	A	—	—	205,37	A	—	—
3	3,65	A	—	—	239,41	A	—	—
4	5,35	A	—	—	79,10	A	—	—
5	4,50	A	—	—	307,73	A	—	—
1 x 2	3,40	A	-0,72ns (-18%)	-2,65(-44%)	173,69	A	59,75ns (+52%)	-31,68(-15%)
1 x 3	9,75	B	6,82** (+233%)	6,10(+167%)	334,87	A	203,91ns (+156%)	95,46(+40%)
1 x 4	2,60	A	-1,17ns (-31%)	-2,75(-51%)	108,71	A	57,90ns (+114%)	29,61(+37%)
1 x 5	14,55	C	11,20** (+334%)	10,05(+223%)	199,96	A	34,84ns (+21%)	-107,77(-35%)
2 x 3	14,85	C	10,00** (+206%)	8,80(+145%)	650,80	B	428,41** (+193%)	411,39(+172%)
2 x 4	10,40	B	4,70ns (+82%)	4,35(+72%)	344,21	A	201,97ns (+142%)	138,84(+68%)
2 x 5	20,75	D	15,47** (+293%)	14,70(+243%)	444,21	A	187,66ns (+73%)	136,48(+44%)
3 x 4	14,10	C	9,60** (+213%)	8,75(+163%)	158,63	A	-0,62ns (-0,4%)	-80,78(-34%)
3 x 5	8,75	B	4,67ns (+115%)	4,25(+94%)	996,58	C	723,01** (+264%)	688,85(+224%)
4 x 5	22,45	D	17,52** (+356%)	17,1(+320%)	325,97	A	132,55ns (+68%)	18,24(+6%)

¹ As médias acompanhadas de letras idênticas não apresentam diferenças significativas entre si, a 5% de probabilidade, quando comparadas pelo teste de Scott & Knott (1974).

** ; * Significativos, ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

ns Não significativo.

Genitores: 1 = BGH - 81; 2 = BGH - 4196; 3 = BGH - 4285; 4 = BGH - 1810; 5 = BGH - 433.

TABELA 16. Estimativas dos componentes de médias μ (média dos genitores), V_i (efeito de variedade), \bar{h} (heterose média), h_i (efeito de heterose) e S_{ij} (heterose específica) para teor de capsaicina no fruto, rendimento de capsaicina por planta, altura de planta e número de sementes por fruto. Rio Branco-AC, 1997.

Componente de média	Teor de Capsaicina no Fruto	Rendimento de Capsaicina por Planta	Altura de Planta	Número de Sementes por Fruto
μ	9,557	306,118	116,955	31,213
V_i				
Genitor 1	-2,15 ns	-148,31 ns	2,80 ns	-5,46 ns
Genitor 2	1,70 ns	34,54 ns	-3,87 ns	12,97 **
Genitor 3	-0,70 ns	68,59 ns	-23,20**	-8,13 *
Genitor 4	1,00 ns	-91,72 ns	7,47 ns	12,30 **
Genitor 5	0,15 ns	136,90 ns	16,80 **	-11,68 **
\bar{h}	7,81 **	202,94 **	18,63 **	-15,65 **
h_i				
Genitor 1	-5,04 **	151,78 *	-0,74 ns	15,78 **
Genitor 2	-0,60 ns	22,01 ns	-12,29 **	3,26 ns
Genitor 3	-0,05 ns	180,98 *	8,60 ns	-12,90 **
Genitor 4	-0,20 ns	-139,98 *	1,93 ns	4,29 ns
Genitor 5	5,88 **	88,77 ns	2,49 ns	-10,43 **
S_{ij}				
1 x 2	-2,90 *	-13,41 ns	-4,61 ns	17,43 **
1 x 3	4,10 **	-28,23 ns	13,17 **	-18,80 **
1 x 4	-3,75 *	146,73 *	-12,84 **	20,28 **
1 x 5	2,55 ns	-105,08 ns	4,28 ns	-18,91 **
2 x 3	2,83 ns	22,47 ns	7,39 ns	-14,64 **
2 x 4	-2,32 ns	117,01 ns	-10,61 *	12,30 **
2 x 5	2,38 ns	-126,06 ns	7,84 ns	-15,09 **
3 x 4	2,03 ns	-244,56 **	7,50 ns	-16,57 **
3 x 5	-8,97 **	250,32 **	-28,05 **	50,02 **
4 x 5	4,03 **	-19,17 ns	15,95 **	-16,02 **

** , * Significativos, ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

ns Não significativo.

Genitores: 1 = BGH - 81; 2 = BGH - 4196; 3 = BGH - 4285; 4 = BGH - 1810; 5 = BGH - 433.

Os valores apresentados pelas somas de quadrados dos componentes da heterose (Tabela 5), em termos de contribuição para a soma de quadrados de tratamentos, demonstra a importância dos efeitos gênicos não aditivos (dominância ou epistasia), para a expressão deste caráter. Portanto, o desempenho dos pais "per se" não é um bom indicativo do comportamento dos híbridos, com relação ao teor de capsaicina presente nos frutos.

Para as estimativas de heterose específica, os valores máximo e mínimo obtidos nesse caráter foram +4,10 e -8,97 mg/g de fruto seco, para os híbridos 1x3 e 3x5, respectivamente, promovendo uma amplitude correspondente de 13,07 mg/g, de fruto seco (Tabela 16). Esta grande amplitude refletiu a importância do efeito da heterose específica e indica que esta fonte de variação não deve ser desprezada. Outra evidência da importância desta fonte de variação é o fato do genitor 3 estar presente nos híbridos de maior e menor pungência (Tabela 16). Não somente efeitos de dominância, mas também a ação gênica epistática, têm um papel importante na expressão da heterose para o teor de capsaicina no fruto; o teste do coeficiente angular β , da regressão de W_r , em V_r , na análise de Jinks & Hayman, revelou a existência de efeitos gênicos epistáticos (Tabela 8).

4.2.12 Rendimento de capsaicina por planta

Com exceção do híbrido 3x5 (que apresentou a maior média 996,58 mg/planta) e, o híbrido 2x3 (com a segunda maior média 650,80 mg/planta), todos os demais tratamentos, formaram um único grupo com as médias, variando de 22,51 mg/planta a 444,21 mg/planta (Tabela 15).

A única heterose negativa ocorrida, com relação à média dos pais, foi a do híbrido 3x4; os demais híbridos apresentaram heterose positiva. Porém,

apenas os híbridos 2x3 e 3x5 apresentaram diferenças significativas, quando realizado o teste "t". Em relação ao pai superior, os híbridos 1x2, 1x5 e 3x4 apresentaram heterose negativa, enquanto que os outros híbridos apresentaram heterose positiva, com destaque para os híbridos 2x3 e 3x5, com +172% e +224%, respectivamente (Tabela 15).

A heterose para o rendimento de capsaicina por planta deveu-se à significância de todas os seus componentes, heterose média, varietal e específica. Por ser significativa, a heterose média indica que a média dos híbridos diferiu da média dos genitores (Tabela 5). Vale ressaltar que esse caráter sofre também influência da produção total, além do caráter teor de capsaicina no fruto, que é usado para a obtenção dos valores do rendimento de capsaicina por planta.

Os elevados valores das somas de quadrados dos componentes da heterose, que contribuem para a soma dos quadrados de tratamentos, tomou evidente a importância dos efeitos gênicos não aditivos (dominância ou epistasia), para a expressão deste caráter (Tabela 5). Portanto, o desempenho dos genitores "per se" não deve ser um bom indicativo do comportamento dos híbridos, quanto ao rendimento de capsaicina por planta.

Os valores das estimativas de heterose específica tiveram uma variação de +250,32 a -244,56 mg de capsaicina por planta, para os híbridos 3x5 e 3x4, respectivamente, proporcionando uma amplitude correspondente a 494,88 mg de capsaicina por planta (Tabela 16). Com uma amplitude como esta é possível perceber/ que esta fonte de variação é importante e, que, portanto, deve ser considerada. Um fato que corrobora esta conclusão é que o genitor 3 está presente nos híbridos, que apresentam o maior e o menor valor de rendimento de capsaicina por planta (Tabela 16). Também nesta característica, a ação gênica epistática também parece contribuir para a heterose, o que foi detectado pela análise dialélica de Jinks & Hayman (Tabela 8).

4.2.13 Altura de planta

Os tratamentos se distribuíram em quatro grupos diferentes entre si (Tabela 17). O genitor 3 constituiu-se em um grupo isolado, apresentando o menor porte entre os tratamentos, 81,3 cm de altura. O híbrido 4x5, também constituiu outro grupo isolado, apresentando o maior porte dentre os tratamentos, 155,7 cm de altura. Os outros tratamentos apresentaram alturas intermediárias, variando de 100,7 cm a 139,0 cm de altura (Tabela 17).

Com exceção do híbrido 2x4, todos os outros apresentaram heterose positiva, em relação à média dos pais, tendo-se destacados os híbridos 1x3 (+42%), 3x4 (+38%) e 4x5 (+33%). Em relação ao pai superior, os híbridos 1x2, 2x4 e 3x5 apresentaram heteroses negativas e entre os que apresentaram heterose positiva, os híbridos 1x3 (+25%), 3x4 (+19%) e 4x5 (+28%) foram os que mais se destacaram.

No Brasil, o período de colheita de pimentão e pimentas é bastante prolongado, em relação a essas mesmas espécies, quando cultivadas em países de clima temperado. Como essas espécies possuem hábitos de crescimento dicotômico e em cada bifurcação, geralmente, ocorrem uma ou mais flores e, portanto, um ou mais frutos, existindo uma tendência de serem selecionadas plantas de porte maiores, visando obter maior produtividade. Em pimentão, existem relatos de correlação entre altura da planta e alguns caracteres de interesse agrônômicos (Casali et al., 1984).

A ocorrência de heterose para a altura de planta, deveu-se à significância dos seus componentes —heterose média e específica—, que foram altamente significativos. A heterose varietal também foi significativa, porém com valor de menor magnitude. Pode-se inferir que a média dos híbridos diferiu da média dos genitores e que os híbridos, em média, foram 18,63 cm (Tabela 16) mais altos que os genitores, pelo fato da heterose média ter diferido,

TABELA 17. Médias de altura de planta e número de sementes por fruto, valores de heterose dos híbridos em relação à média dos pais (MP) e ao pai superior (PS). Rio Branco - AC, 1997.

Tratamento	Altura de Planta			Número de Sementes por Fruto		
	Médias ¹ (cm)	MP(% heterose)	Heterose PS(% heterose)	Médias ¹ (sem/fruto)	MP(% heterose)	Heterose PS(% heterose)
1	107,3 B	—	—	36,18 B	—	—
2	100,7 B	—	—	54,62 C	—	—
3	81,3 A	—	—	33,52 B	—	—
4	112,0 B	—	—	53,95 C	—	—
5	121,3 C	—	—	29,97 B	—	—
1 x 2	105,0 B	1,00ns (+1%)	-2,30 (-2%)	66,22 D	20,82** (+46%)	11,60 (+21%)
1 x 3	134,0 C	39,70** (+42%)	26,70 (+25%)	3,28 A	-31,57** (-90%)	-32,90 (-91%)
1 x 4	116,7 B	7,05ns (+6%)	4,70 (+4%)	69,77 D	24,70** (+55%)	15,82 (+29%)
1 x 5	139,0 C	24,70** (+22%)	17,70 (+14%)	3,87 A	-29,20** (-88%)	-32,31 (-89%)
2 x 3	113,3 B	22,30** (+24%)	12,60 (+12%)	4,13 A	-39,94** (-91%)	-50,49 (-92%)
2 x 4	104,0 B	-2,35ns (-2%)	-8,00 (-7%)	58,48 C	4,19ns (+8%)	3,86 (+7%)
2 x 5	127,7 C	16,70** (+15%)	6,40 (+5%)	4,38 A	-37,91** (-90%)	-50,24 (-92%)
3 x 4	133,3 C	36,65** (+38%)	21,30 (+19%)	2,90 A	-40,83** (-93%)	-51,05 (-95%)
3 x 5	103,0 B	1,70ns (+2%)	-18,30 (-15%)	42,78 B	11,03* (+35%)	9,26 (+28%)
4 x 5	155,7 D	39,05** (+33%)	34,40 (+28%)	4,15 A	-37,81** (-90%)	-49,80 (-92%)

¹ As médias acompanhadas de letras idênticas não apresentam diferenças significativas entre si, a 5% de probabilidade, quando comparadas pelo teste de Scott & Knott (1974).

**,* Significativos, ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.
ns Não significativo.

Genitores: 1 = BGH - 81; 2 = BGH - 4196; 3 = BGH - 4285; 4 = BGH - 1810; 5 = BGH - 433.

significativamente, de zero e ser positiva (Tabela 16).

A importância dos efeitos gênicos não aditivos (dominância ou epistasia) refletiu-se na significância e contribuição das somas de quadrados dos efeitos dos componentes da heterose, para a soma de quadrados de tratamentos. Dessa forma, o desempenho dos genitores "per se" não é um bom indicativo do comportamento dos híbridos, com relação à altura de planta (Tabela 5).

Variando de um valor máximo de +15,95 cm para o híbrido 4x5, a um valor mínimo de -28,05 cm para o híbrido 3x5, as estimativas de heterose específica apresentaram uma amplitude correspondente a 44,00 cm (Tabela 16). Esta amplitude encontrada foi reflexo do efeito significativo de heterose específica e demonstra que esta fonte de variação não pode ser ignorada. Isto fica evidenciado, pelo fato de tanto o híbrido 4x5, que foi o mais alto, quanto o 3x5, que foi o mais baixo, apresentarem um genitor comum. Há evidências (Tabela 8), de que efeitos gênicos epistáticos e não somente os de dominância, expliquem os valores de heterose encontrados para altura de planta.

4.2.14 Número de sementes por fruto

Para o número de sementes por fruto, os tratamentos se dividiram em quatro grupos. Entre os genitores, apenas dois grupos diferentes entre si foram formados, de acordo com o teste de Scott & Knott.

Os híbridos 1x2 e 1x4 destacaram-se, com 66,22 e 69,77 sementes por fruto, respectivamente, diferindo, significativamente, dos demais tratamentos. Os híbridos 1x3, 1x5, 2x3, 2x5, 3x4 e 4x5 formaram um outro grupo, com as menores médias entre os tratamentos, com valores, que variaram de 2,90 a 4,38 sementes por fruto. Os demais tratamentos, que se dividiram em dois grupos

diferentes entre si, obtiveram médias, que variaram de 29,97 a 58,48 sementes por fruto (Tabela 17).

Em relação à heterose para número de sementes por fruto, ela foi positiva para os híbridos 1x2, 1x4, 2x4 e 3x5, com valores, que variaram de +8% a +55%, para heterose em relação à média dos pais e de +7% a +29%, em relação ao pai superior. Os demais híbridos obtiveram heteroses negativas e com valores bem mais elevados, variando de -88% a -93% em relação à média dos pais e de -89% a -95%, em relação ao pai superior (Tabela 17).

Ao se considerar o subgrupo constituído pelos genitores 1, 2 e 4, verificam-se altos valores (>20) para o número de sementes, tanto nos genitores "per se", como em seus híbridos intra-subgrupais e as heteroses relativas à média dos pais, nos híbridos, foram sempre positivas. Analogamente, o subgrupo constituído pelos genitores 3 e 5, bem como o híbrido 3x5 entre eles, também apresentam altos valores (>20) para o número de sementes por fruto e a heterose no híbrido 3x5 também é positiva. Nos híbridos, entre genitores, dos dois diferentes subgrupos isto é, nos híbridos 1x3, 1x5, 2x3, 2x5, 3x4 e 4x5, os valores dos números médios de sementes por fruto foram sempre muito pequenos (<5) e as heteroses relativas à média dos pais foram sempre bastante negativas. Os resultados sugerem a existência de uma sub-fertilidade, nos híbridos intra-subgrupais, produto de um provável isolamento reprodutivo dos acessos 1, 2 e 4, por um lado, relativamente aos acessos 3 e 5, por outro lado, ou ainda, que existam subespécies dentro da espécie *Capsicum chinense*, tendo sido utilizadas duas subespécies na formação do grupo de genitores, uma constituída pelos genitores 1, 2 e 4 e a outra por 3 e 5.

A acentuada manifestação de heterose para o caráter número de sementes por fruto foi comprovada pela significância do efeito de heterose e refletida em todos os seus componentes: heterose média, varietal e específica. Por ter diferido, significativamente, de zero e ter sido negativa, o componente da

heterose média indicou que a média dos híbridos diferiu da média dos genitores e que, em média, os híbridos apresentaram menos sementes por fruto do que os seus genitores (Tabela 16). De acordo com os comentários anteriores, esse fato já era esperado, tendo em vista uma sub-fertilidade, quando são cruzados genitores pertencentes aos prováveis grupos diferentes.

As somas de quadrados de todos os componentes da heterose contribuíram, significativamente, para a soma de quadrados de tratamentos, evidenciando a importância dos efeitos gênicos não aditivos —dominância ou epistasia— para a expressão do caráter número de sementes por fruto. Desta forma, apesar do efeito de genitores ter sido significativo, o desempenho dos genitores "per se" não deve ser usado para prever o comportamento dos híbridos, em relação a este caráter (Tabela 5).

Nas estimativas da heterose específica, houve uma amplitude correspondente a 68,93 sementes por fruto, fornecida pela variação de um valor máximo de +50,02 sementes por fruto, do híbrido 3x5, a um valor mínimo de -18,91 sementes por fruto, do híbrido 1x5 (Tabela 16). Esta amplitude, indica que esta fonte de variação não deve ser desprezada. Um fato que evidencia esta conclusão é que, tanto o híbrido, que produziu mais sementes, quanto o que produziu menos, possuem um genitor comum. A epistasia, certamente, tem um papel na determinação dos valores de heterose, conforme pode-se constatar pelo teste correspondente na análise de Jinks & Hayman (Tabela 8).

4.3 Comentários Gerais

A coloração dos frutos maduros em pimenta é um caráter importante, tanto para o consumo "in natura", quanto para a indústria, pois é a primeira característica, que o consumidor usa para identificar a pimenta, seja "in natura",

ou industrializada de acordo com sua preferência. É, portanto, pelo contato visual que, normalmente, os consumidores são atraídos a experimentar um determinado tipo de pimenta. O controle deste fenótipo é atribuído a uma série alélica, onde a cor vermelha é dominante sobre às demais cores existentes em pimentas.

Apesar de não ter sido avaliada a coloração de frutos nesse trabalho, é possível constatar a dominância da cor vermelha, tendo em vista que todos os híbridos apresentaram coloração vermelha, mesmo os provenientes de cruzamentos, nos quais os genitores apresentavam coloração amarela e creme (Figura 1). Neste último caso, ficou evidente a existência de ação gênica epistática, no controle da coloração de frutos.

Para as condições em que foi realizado esse trabalho e considerando-se as observações e resultados obtidos, há considerável manifestação de heterose positiva, relativamente, à média dos pais e ao pai superior, para os caracteres: produção total, produção precoce, número de frutos por planta, matéria seca de frutos por planta, incidência de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (XCV), teor de capsaicina no fruto, rendimento de capsaicina por planta e altura de planta. Porém, heteroses significativas e negativas foram detectadas para os caracteres: peso médio do fruto, comprimento de fruto, relação comprimento/diâmetro, percentagem de matéria seca nos frutos, resistência do pedúnculo e número de sementes por fruto, tanto relativa à média dos pais quanto ao pai superior.

A análise dialélica de Gardner & Eberhart mostrou evidências da importância e predominância de efeitos gênicos não aditivos para todos os caracteres avaliados, com exceção do caráter percentagem de matéria seca nos frutos, onde foi encontrada evidência de maior importância dos efeitos gênicos aditivos.

Através das análises de Jinks & Hayman foi revelado o efeito de epistasia para os caracteres: produção precoce, peso médio do fruto, matéria seca de frutos por planta, teor de capsaicina no fruto, rendimento de capsaicina por planta, altura de planta e número de sementes por fruto. Nestes casos, a epistasia parece ser, em grande parte, responsável pela expressão da heterose. Para as demais características, onde não se detectou ação gênica epistática, a heterose se explica pela ação gênica dominância, nos seus mais variados graus de dominância incompleta, à provável sobredominância. Para os caracteres: percentagem de matéria seca nos frutos, número de frutos por planta, comprimento de fruto e relação comprimento/diâmetro, houve evidência da existência de dominância incompleta. Para a resistência do pedúnculo, foi revelada a presença do efeito gênico de dominância completa. Houve uma predominância de efeito gênico de dominância completa, ou dominância incompleta em pequeno grau, para a incidência de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. Para a produção total, o efeito gênico detectado pela análise foi o de sobredominância.

O híbrido 3x5 (BGH-4285 x BGH-433) foi o híbrido de melhor desempenho para a maioria dos caracteres avaliados, sugerindo a viabilidade de sua utilização comercial a curto prazo. A médio e/ou a longo prazo, este híbrido e seus genitores são uma ótima alternativa para programas de melhoramento desta espécie, ou em outras espécies do gênero, principalmente, quando o programa visar resistência a *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*.

O efeito e a importância do caráter incidência de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* sobre os demais caracteres avaliados nesse trabalho, principalmente na produção, é perceptível, como já foi comentado no item 4.2.9. Os resultados desse trabalho, provavelmente, sofreriam alterações, caso a doença não estivesse presente.

Para o desenvolvimento de um programa de melhoramento, para regiões onde a doença causada por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* cause danos econômicos ao plantio da pimenta, como é provavelmente o caso de uma grande parte da região Norte, a escolha de genitores resistentes a este patógeno é fundamental, tendo em vista a dificuldade ou impossibilidade de se controlar, ou evitar a doença por meio de controle químico e/ou tratos culturais.

Basear o desenvolvimento de cultivares na resistência às principais doenças, que causam danos econômicos a uma espécie na região é sem dúvida uma forma de se obterem resultados satisfatórios em um programa de melhoramento, num intervalo de tempo relativamente pequeno.

5 CONCLUSÕES

1. A considerável manifestação de heterose encontrada, relativamente à média dos pais e ao pai superior, tanto para características de produção quanto de qualidade de fruto, permitem concluir pela viabilidade da exploração comercial da heterose em híbridos F₁ de *Capsicum chinense*.

2. O híbrido 3x5 (BGH-4285 x BGH-433) foi o híbrido de melhor desempenho para a maioria dos caracteres avaliados, sugerindo a viabilidade de sua utilização comercial a curto prazo. A médio e/ou a longo prazo, este híbrido e seus genitores são uma ótima alternativa para programas de melhoramento desta espécie, ou em outras espécies do gênero, principalmente, quando o programa visar resistência a *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A. de F. B. **Predição do potencial genético de populações do feijoeiro utilizando genitores de diferentes conjuntos gênicos.** Lavras: UFLA, 1997. 80p. (Tese de Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- ALLARD, R. W. Estimation of prepotency from lima bean diallel cross data. *Agronomy Journal*, Madison, v.48, n.12, p.537-546, Nov.1956.
- ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas.** São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 381p.
- AMARAL, A. M. do; MUNIZ, J. A.; SOUZA, M. de. Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão na experimentação com citros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.32, n.12, p.1221-1225, Dez 1997.
- BAENZIGER, P. S.; PETERSON, C. J. Genetic variation: Its origin and use for breeding self-pollinated species. In: STALKER, H. T. e J. P. MUTRIPHY. **Plant Breeding in the 1990's**, North Carolina State University, 1991. p.69-100.
- 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. (Tese Mestrado em genética e melhoramento de plantas).
- BREWBAKER, J. L. **Genética na agricultura.** São Paulo: Polígono, 1969. 217p.

- CABRERA, F. A. V. Estimativa de parâmetros genéticos de caracteres de frutos e planta de pimenta (*Capsicum chinense* Jacq.). Piracicaba, 1986. 87p. (Tese de Doutorado em genética e melhoramento de plantas).
- CARVALHO, V. D. Características químicas de pimentões e pimentas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.10, n.113, p.76-78, maio 1984
- CASALI, V. W. D.; COUTO, F. A. A. Origem e botânica de *Capsicum*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.10, n.113, p.8-10, maio 1984.
- CASALI, V. W. D.; PÁDUA, J. G.; BRAZ, L. T. Melhoramento de pimentão e pimenta. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.10, n.113, p.19-20, maio 1984.
- CASALI, V. W. D. Cruzamento interespecífico no gênero *Capsicum*. Viçosa, UFV, 1970. 58p. (Tese de Mestrado em fitotecnia).
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. D. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1994. 390p.
- ESHBAUGH, W. H. The taxonomy of the genus *Capsicum* (Solanaceae). Phytologia, New York, v.47, p.153-166, 1980.
- FEHR, W. R. Principles of cultivar development: Theore and technique. New York: Macmillian Publication, 1987. v.1, 736p.
- GALVÊAS, P.A. O. Características agronômicas de sete cultivares de pimentão (*Capsicum annum* L.) e heterose de seus híbridos. Viçosa: UFV, 1988. 83p. (Tese de Mestrado em genética e melhoramento de plantas).

GARDNER, C. O.; EBERHART, S. A. Analysis and interpretation of variety cross diallel and related populations. **Biometrics**, Raleigh, v. 22, p.439-452, Sept. 1966.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 8ª ed. Piracicaba-SP: ESALQ/USP, 1978. 441p.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Science**, Victoria, v.9, p.463-493, 1956.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative Genetics in Maize Breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1982. 486p.

HAYMAN, B. I. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics**, Baltimore, v.39, n.6, p.789-809, Nov. 1954.

HAYMAN, B. I. The theory and analysis of diallel crosses III. **Genetics**, Austin, v.45, n.2, p.155-172, Feb. 1960.

IBPGR SECRETARIAT. **Genetic resource of *Capsicum***. Roma: FAO, 1983. 49p.

IKUTA, H. Melhoramento e genética de berinjela. In: KERR, W. E. **Melhoramento e genética**. São Paulo: Brasil, 1969. p. 161-168.

IKUTA, H.; VENCovsky, R. Ensaio de híbridos F₁ de variedades de pimentão resistentes a viroses. **Relatório Científico do Departamento de Genética**. Piracicaba: 1970. p.62-64.

IKUTA, H. Vigor de híbrido na geração F₁ em berinjela (*Solanum melongena* L.). Piracicaba: ESALQ/USP, 1961. 41p. (Tese de Doutorado em genética e melhoramento de plantas).

JINKS, J. L.; HAYMAN, B. I. The analysis of diallel crosses. **Maize Genetics Corporation News Letter**, Ithaca New York, v.27, p.48-54, 1953.

JINKS, J. L.; POONI, H. S. Predicting the properties of recombinant inbred lines derived by single seed descent. **Heridity**, Edinburgh, v.36, n.2, p.253-266, 1976.

MALUF, W. R.; MIRANDA, J. E. C. de; CORDEIRO, C. M. T. Correlações entre médias de híbridos F₁ e médias parentais em tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.8, p.1171-1176, Ago. 1982.

MATHER, K.; JINKS, J. L. **Biometrical Genetics**. 2. ed. London: Chapman & Hall, 1971. 382p.

MELO, P. C. T. de. Heterose e capacidade combinatória em um cruzamento dialélico parcial entre seis cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Piracicaba:ESALQ, 1987. 108p. (Tese de Doutorado em genética e me;loramento de plantas).

- MIRANDA, J. E. C. de. **Análise genética de um cruzamento dialélico em pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. Piracicaba: ESALQ, 1987. 159p. (Tese de Doutorado em genética e melhoramento de plantas).
- MIRANDA, J. E. C. de; MALUF, W. R.; CAMPOS, J. P. de. **Análise genética de um cruzamento dialélico de cultivares de tomate - II características vegetativas**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.17, n.5, p.767-773, maio 1982.
- MONTEIRO, M. S. R. **Comportamento heterótico e estabilidade fenotípica em híbridos de berinjela (*Solanum melongena* L.)**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1975. 81p. (Tese de Mestrado em Fisiologia Vegetal).
- NODA, H. **Crítérios de avaliação de progênies de irmãos germanos interpopulacionais em berinjela (*Solanum melongena* L.)**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1980. 91p. (Tese de Mestrado em genética e melhoramento de plantas).
- PATERNIANI, E. **Estudos recentes sobre heterose**. São Paulo: Fundação Cargill, 1974. 36p. (Boletim, 1).
- PATERNIANI, E. **Recent studies on heterosis**. In: MOAV, R. *Agricultural Genetics Selected Topics*. Jerusalém: National Council for Research and Development, 1973. p. 1-22.
- PICKERSGILL, B. **The domestication of chilli peppers**. In: UCKO, P. J. e G. M. DIMBLEBY, eds. *The domestication and exploitation of plants and animals*. London, Duckworth and Co.: 1969. p. 443-450.
- PICKERSGILL, B. **The variability and relationship of *Capsicum chinense* Jacq.** Michigan: Indiana University, 1966. 198p. (Tese de Doutorado).

- POPOVA, D.; MIHAILOV, L. Inheritance of some quantitative characters on heterotic combinations of pepper (*Capsicum annuum* L.). *Genética Agrária*, Roma, v.30, n.3, p.399-406, Dec. 1976.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. *Genética quantitativa em plantas autógamas*. Goiânia: UFG, 1993. 271p
- RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DO CENTRO DE PESQUISA AGROFLORESTAL DO ACRE - CPAF-ACRE. Edição especial 15 anos - 1976-1991. Rio Branco: EMBRAPA - CPAF-Acre, 1992. 64p.
- RIBEIRO, A. Herança da pungência em (*Capsicum chinense* Jacq.). Piracicaba, 1987. 77p. (Dissertação de mestrado em genética e melhoramento de plantas).
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, Raleigh, v.30, n.3, p.507-512, sept. 1974.
- SMITH, P. G.; HEISER JUNIOR, C. B. Taxonomic and genetic studies on the cultivated peppers, *Capsicum annuum* L. and *C. frutescens* L. *American Journal Botany*, New York, v.38, p.362-368, 1951.
- SOUSA, J. A. de. Avaliação da heterose em híbridos de berinjela (*Solanum melongena* L.). Lavras: ESAL, 1993. 72p (Dissertação de mestrado em fitotecnia).
- SPRAGUE, G. F.; TATUM, L. A. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *Journal of the American Society of Agronomy*, Madison v. 34, p.923-932, 1942.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633p.

TAVARES, M. **Heterose e estimativa de parâmetros genéticos em um cruzamento dialélico de pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. Lavras, ESAL, 1993. 89p. (Dissertação de Mestrado em genética e melhoramento de plantas).

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

VIÉGAS, G. P.; MIRANDA FILHO, J. B. **Milho híbrido** In: Paterniani, E. Coord. **Melhoramento e Produção de Milho no Brasil**. São Paulo: Fundação Cargill, 1978. p. 257-309.

WEAVER, K. M.; AWDE, D. B. **Rapid high-performance liquid chromatographic method for the determination of very low capsaicin levels**. *Journal of chromatography*, Amsterdam, v.367, p.438-442, 1986.