

ADÔNIS QUEIROZ MENDES

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA E CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO EM LINHAGENS
DE PIMENTÃO (*Capsicum annuum* L.)**

**RECIFE
2009**

ADÔNIS QUEIROZ MENDES

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA E CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO EM LINHAGENS
DE PIMENTÃO (*Capsicum annuum* L.)**

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

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Professor Dr. Dimas Menezes – Orientador – UFRPE

Professora Dra. Luciane Vilela Resende – Co-orientadora – UFRPE

**RECIFE
2009**

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA E CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO EM LINHAGENS
DE PIMENTÃO (*Capsicum annuum* L.)**

ADÔNIS QUEIROZ MENDES

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora em: 31/07/2009

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Dimas Menezes
Departamento de Agronomia / UFRPE

EXAMINADORES:

Prof^a. Dr^a. Ana Verônica Silva do Nascimento
Instituto de Agricultura e Ambiente / UFAM

Prof. Dr. Edson Ferreira da Silva
Departamento de Biologia / UFRPE

Prof^a. Dr^a. Vivian Loges
Departamento de Agronomia / UFRPE

**RECIFE
2009**

A Deus

OFEREÇO

A minha esposa Aline, pela compreensão e dedicação ao nosso lar nos momentos de ausência e pelo apoio constante neste projeto e na vida nestes poucos anos de matrimônio.

A minha mãe Veronica e ao meu pai Amaury pelo apoio e pela oportunidade de boa educação a mim concedida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado forças para finalizar esta dissertação.

Aos meus pais que se dedicaram na educação e incentivos em todos os instantes.

Aos meus irmãos, Eduardo, Ariadne e Hugo por serem tão especiais.

A minha esposa Aline pela ajuda incondicional em tudo que se refere a minha vida, estando sempre presente, com imenso zelo.

Ao professor Dimas Menezes, pela paciência na orientação e ajuda, tanto no mestrado como na graduação.

À professora Luciane Vilela Resende, pela co-orientação apesar da distância.

Ao Professor Dr. Francisco José de Oliveira, que na época do meu ingresso no curso, estava como coordenador do Programa de Pós-graduação em Melhoramento Genético de Plantas da UFRPE.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco pela oportunidade e formação acadêmica.

Aos professores do programa de mestrado: Dr. Francisco José de Oliveira, Dr. Edson Ferreira da Silva, Dr. Clodoaldo da Anunciação Filho e Dr. Péricles d Albuquerque Melo Filho pela dedicação dentro e fora da sala de aula.

À empresa HORTIVALE – Sementes do Vale LTDA., em atenção a Luiz Jorge da Gama Wanderley Júnior pela cessão de matérias de pimentão e recursos utilizados para realização da pesquisa no campo.

As coordenadoras do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (Campos Vitória de Santo Antão) Carla Eugênia e Francisca Miranda pela compreensão na organização dos horários das aulas.

Ao Roberto Bezerra, Secretário de Agricultura da Prefeitura da Vitória de Santo Antão e aos que integram a secretaria, pela compreensão nos momentos de ausência devido as pesquisas.

Ao amigo Júlio Mesquita, pela sua ajuda e atenção no experimento e nas análises estatísticas.

Aos amigos Cláudio José e José Carlos pela ajuda no que se refere às reações com marcador molecular ISSR.

Ao laboratório de Floricultura pelos constantes empréstimos do paquímetro digital que facilitou bastante as medições dos frutos colhidos.

Aos amigos de turma: Cláudio José, Cláudio Melo, Gheysa Coelho, Flávio Ricardo, Filipe Reis, Francisco Heverton, José Machado, Lucas Luz, Maria Cristina e Winston Félix pela ajuda e companheirismo durante essa jornada.

Aos estagiários: Lucas Maia, Fábio Leal, Charles Melo, Alerson Genuíno e Ana Maria pelo grande apoio na condução e avaliação do experimento.

Ao José Leonildo (Carpina) pela ajuda nas irrigações do experimento.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo custeio dos materiais utilizados no laboratório de biotecnologia.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa de mestrado.

E a todos que diretamente e indiretamente contribuíram no desenvolvimento e conclusão desta dissertação.

Muito Obrigado!

RESUMO

No gênero *Capsicum* estão inseridas 32 espécies, predominantemente são originárias das regiões tropicais e subtropicais da América. Dentre as espécies do referido gênero está *Capsicum annuum* L. que contém os pimentões e algumas pimentas. Este trabalho teve como objetivo determinar a divergência genética utilizando marcador molecular do tipo ISSR e avaliar a capacidade geral e específica de combinação entre linhagens de pimentão. O experimento foi realizado no Departamento de Agronomia, Área de Fitotecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em Recife-PE, com latitude de 8°10'52''S e longitude de 34°54'47''W entre 20 de Julho de 2008 e 05 de Abril de 2009. Foram utilizadas as linhagens HTV- 1, HTV-8, HTV-9, HTV-10, HTV-11 e HTV-12, cedidas pela empresa Hortivale – Sementes do Vale LTDA, semeadas em badejas de isopor e por volta dos 20 dias após o semeio se coletou amostras das primeiras folhas definitivas para extração do DNA genômico e as reações de amplificação utilizando 21 oligonucleotídeos de ISSR selecionados de um conjunto produzido pela University of British Columbia, Vancouver, Canadá. Após 30 dias do semeio as mudas foram transplantadas para vasos com capacidade de cinco litros utilizando como substrato o pó de coco, fertirrigadas diariamente com solução nutritiva e mantidas em casa de vegetação. Durante o florescimento se realizou polinizações manuais no início da manhã obedecendo-se o esquema dialélico parcial entre as seis linhagens resultando em quinze híbridos experimentais, onde seus frutos foram colhidos e as sementes extraídas manualmente. Os seis genitores e as quinze combinações híbridas foram avaliados em cultivo protegido em sistema semelhante à obtenção dos híbridos, utilizando o delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições, onde cada parcela experimental foi constituída por quatro vasos com uma planta cada. O espaçamento entre linhas foi de 1,0 m e entre plantas na mesma linha de 0,5 m. As plantas foram conduzidas com apenas quatro hastes e realizou-se a retirada dos brotos laterais até a primeira bifurcação bem como a flor desta. As características observadas e avaliadas foram as seguintes: peso total de frutos (PTF), número total de frutos (NTF), peso médio dos frutos (PMF), comprimento médio do fruto (CMF), diâmetro médio do fruto (DMF), relação comprimento/diâmetro do fruto (RCD), número de lóculos do fruto (NL) e espessura média do pericarpo (EP). Na análise de ISSR as amplificações tiveram 145 fragmentos de DNA, com uma média de 6,9 fragmento por oligonucleotídeo variando de 300 à 1500 pb. Através dos dados moleculares foi gerado um dendrograma, considerando a dissimilaridade média de 13,51%, onde houve a formação de três agrupamentos distintos. No primeiro grupo observamos HTV-10, HTV-8, HTV-12 e HTV-11, já o segundo e terceiro grupos foram formados por um genótipo em cada

sendo eles HTV-1 e HTV-9 respectivamente. O genótipo HTV-9 foi isolado dos demais, apresentando uma dissimilaridade de 20,31% com o HTV-11, a maior encontrada entre todos os genótipos. A menor dissimilaridade foi verificada entre HTV-8 e HTV-12 (4,92%), sendo esses materiais mais próximos em relação aos outros genótipos. No estudo da capacidade combinatória a herdabilidade obteve valores entre 48,4% e 91,4% para a maioria das características com exceção do número de lóculos que não apresentou variabilidade genética. As razões entre os quadrados médios CGC com CEC mostraram valores superiores a 1,0 indicando que as ações gênicas das linhagens estudadas favorecem a manifestação de efeitos gênicos aditivos das características estudadas. Com relação apenas a CGC a linhagem HTV-8 apresentou valores negativos para todas as características avaliadas, já as linhagens HTV-9 e HTV-10 mostraram valores altamente positivos para PTF. Com relação as estimativas de CEC, estas foram negativas em todas as linhagens para as características PTF, PMF, CMF e DMF. O híbrido HTV-8 x HTV-10 se destacou para os caracteres PTF e PMF apresentando maior potencial tornando-o promissor como um híbrido comercial, que possui, além de alto valor para CEC, um dos genitores com alto valor positivo de CGC. As dissimilaridades obtidas com os dados moleculares apresentaram algumas incoerências quando comparados com a análise combinatória apresentando baixa precisão, nesses materiais, na indicação de possíveis combinações híbridas superiores.

Palavras-chave: Melhoramento genético, ISSR, solanácea, hibridação.

ABSTRACT

In the genus *Capsicum* are inserted 32 species, predominantly originate from tropical and subtropical regions of America. Among the species of the genus is included *Capsicum annuum* L. containing the sweet peppers and some peppers. This study aimed to determine the genetic divergence using molecular marker of type ISSR and evaluate the ability general capacity (CGC) and specific capacity (CEC) of combination of linkages of sweet pepper. The experiment was conducted at the Department of Agronomy, Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE), in Recife-PE, with latitude of 8 10'52"S and longitude 34 54'47"W between 20 July 2008 and 05 April 2009. Linkages were used HTV-1, HTV-8, HTV-9, HTV-10, HTV-11 and HTV-12, provided by the company Hortivale – Sementes do Vale LTDA, sown and whiting of around 20 days of sowing samples were collected for the first leaves to extract genomic DNA and the reactions of amplification with 21 primer's of ISSR selected from a set produced by the University of Bristish Columbia, Vancouver, Canadá. After 30 days the seedlings were transplanted to pots with a capacity of five liters using coconut fiber as a substrate, fertirrigated daily with nutrient solution in greenhouse. During the flowering crosses were made in the morning is obeying the partial diallel among the six linkages resulted in fifteen experimental hybrids, where their fruits were harvested and seeds extracted manually. The six parents and the fifteen hybrids were evaluated in the greenhouse system similar to obtain the hybrids, using the experimental design of randomized blocks with four replications, where each experimental plot was composed of four pots with one plant each. The spacing between lines was 1.00 m and between plants in the same line of 0.5 m. The plants were conducted with only four stems and removed the lateral shoots up to the first fork and the flower thereof. The characteristics were observed and evaluated the following: total weight of fruit (PTF); total number of fruits (NTF), average weight of fruit (PMF); average fruit length (CMF); average fruit diameter (DMF); length/diameter ratio (RCD); average number of locules (NL); and average thickness of the pericarp (EP). Analysis of the ISSR the amplification of DNA fragments were 145, with an average of 6.9 per oligonucleotide fragments ranging from 300 to 1500 bp. Through the molecular data generated a dendrogram was, considering the average dissimilarity of 13.51%, which was the formation of three distinct groups. In the first group observed HTV-10, HTV-8, HTV-12 and HTV-11, already the second and third groups were formed by a genotype in each and they HTV-1 and HTV-9 respectively. The HTV-9 genotype was isolated from the others, presenting a dissimilarity of 20.31% with HTV-11, the most found among all genotypes. The small dissimilarity was found between HTV-8 and HTV-12 (4.92%) these materials are the most similar compared

with other genotypes. In the study combining ability of the heritability obtained values between 48.4% and 91.4% for the features except the average number of locules has not submitted genetic variability. The ratios between CGC and CEC indicating that the actions of gene linkages studied favor the expression of additive genetic effects. With respect to the CGC, the linkage HTV-8 showed negative values for all characteristics evaluated, the linkages HTV-9 and HTV-10 showed highly positive for PTF. With respect to estimates of CEC, they were negative in all lines on the characteristics PTF, PMF, CMF and DMF. The hybrid HTV-8 x HTV-10 that stood out with higher PTF and PMF making promising potential as a hybrid business has, in addition to high CEC value for at least one of the parents with high value of GCC. The results obtained with molecular data showed some inconsistencies when compared to combinatorial analysis showing low accuracy, these materials, in the indication of possible superior hybrid combinations.

Key words: Plant breeding, ISSR, solanaceous, hybridization.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Páginas

CAPÍTULO II

Divergência genética e capacidade de combinação de linhagens de pimentão

- Tabela 1. Oligonucleotídeos de ISSR selecionados, sequências, regiões de bandas reveladas em genótipos de pimentão. Recife, UFRPE, 200931
- Figura 1. Dissimilaridade genética determinada por marcadores de ISSR entre as linhagens de pimentão HTV-1, HTV-8, HTV-9, HTV-10, HTV-11 e HTV-12 resultante da análise por UPGMA com base no coeficiente genético de Jaccard. Recife, UFRPE, 2009.32
- Tabela 2. Estimativas dos quadardos médios da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação, média, coeficiente de variação (CV) e herdabilidade (h^2) para oito características de fruto de pimentão. Recife, UFRPE, 2009.....33
- Tabela 3. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação ($\hat{\sigma}_i$) para oito características agrônômicas de seis linhagens de pimentão. Recife, UFRPE, 2009.....34
- Tabela 4. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação ($\hat{\Sigma}_{ii}$ e $\hat{\Sigma}_{ij}$) para oito características agrônômicas de seis linhagens de pimentão. Recife, UFRPE, 200935

SUMÁRIO

	Páginas
CAPÍTULO I	
INTRODUÇÃO GERAL	2
1. O PIMENTÃO – ASPECTOS GERAIS	2
2. DIVERGÊNCIA GENÉTICA	5
3. MARCADORES MOLECULARES ISSR	6
4. CAPACIDADE GERAL DE COMBINAÇÃO	8
5. CAPACIDADE ESPECÍFICA DE COMBINAÇÃO	9
6. HIBRIDAÇÃO	10
REFERÊNCIAS	12
 CAPÍTULO II	
DIVERGÊNCIA GENÉTICA E CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO DE LINHAGENS DE PIMENTÃO	18
RESUMO	19
ABSTRACT	19
INTRODUÇÃO	20
MATERIAL E MÉTODOS	22
RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
AGRADECIMENTOS	29
REFERÊNCIAS	29
ANEXOS	36
NORMAS DA REVISTA HORTICULTURA BRASILEIRA	38
CORRESPONDÊNCIA DE RECEBIMENTO DO TRABALHO	45

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

INTRODUÇÃO GERAL

1. Aspectos gerais

O gênero *Capsicum* pertence à família das Solanáceas e possui 32 espécies. Com exceção de *C. anomalum*, todas são originárias das regiões tropicais e subtropicais da América. Registros arqueológicos datados de 8500 anos a.C. indicam este gênero como sendo um dos primeiros a ter plantas domesticadas na América do Sul e acredita-se que a domesticação do *C. annuum* L. ocorreu no México (SILVA, 2002). Dessa forma, o centro primário de diversidade inclui o México e a América Central e os centros secundários situam-se no Sudeste e no Centro da Europa, na África, na Ásia e em partes da América do Sul.

A palavra que dá nome ao gênero *Capsicum* deriva do grego e há duas teorias, de *kapsakes* (cápsula), outros de *kapto*, que significa morder, picar. O nome foi associado à pungência ou ardor presente nas pimentas representantes desse gênero (REISFSCHEIDER, 2000). A palavra pimenta aparece na língua espanhola no século XIII, derivado do latim *pigmenta*, plural de *pigmentum*, corante (NUEZ *et al.*, 1996).

Dentre as espécies do gênero, apenas cinco são aceitas como as mais cultivadas: *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens*, das quais apenas a última não é cultivada no Brasil (BOSLAND; VOTAVA, 2000). Isso faz do país um importante centro secundário de espécies domesticadas. A Embrapa Hortaliças localizada em Brasília possui uma coleção de germoplasma de *Capsicum* spp. com mais de 850 acessos contendo as cinco espécies domesticadas do gênero.

A maioria das espécies silvestres apresenta frutos eretos, brilhantes, pequenos, de forma ovalada ou circular e, quando maduros, são vermelhos, se soltam com facilidade da planta (decíduos) e são picantes (REIFSCHEIDER, 2000).

C. annuum é a espécie mais explorada e que apresenta a maior variabilidade morfológica (CASALI; COUTO, 1984). Essa espécie é formada por pimentas e pimentões diferenciando pelo tamanho e pungência, onde as pimentas se apresentam pungentes e com menor tamanho, já os pimentões são maiores com pouco ou nenhuma pungência. Tal diferença se deu por mutações espontâneas durante seu processo evolutivo. A pungência é um caráter monogênico, onde o gene dominante C condiciona a pungência do fruto (MALUF, 1994). Segundo GAIA *et al.*

(2007), as substâncias responsáveis pela pungência são alcalóides ou, mais especificamente dois capsinóides: a capsaicina e a diidrocapsaicina. Esses alcalóides se concentram na placenta, sementes e, em menor quantidade, no pericarpo. Sua concentração pode variar entre zero (doce ou não picante) a valores superiores a 120.000 (altamente picante) Unidades de Calor Scoville (Scoville Heat Units - SHU).

São atribuídas à capsaicina propriedades medicinais, sendo indicada, dentre outros, para combater dores, devido à sua capacidade de inibição da produção de uma substância química do cérebro denominada “substância P”, e que se relaciona diretamente com a transmissão da dor. Além disso, provocar alívio à flatulência e o diminuir os níveis de gordura no sangue já que a capsaicina estimula a produção de enzimas no fígado (REIFSCHNEIDER, 2000). No mercado farmacêutico existe um produto denominado emplastro Sabiá da empresa Johnson & Johnson que possui extrato de *Capsicum* que, segundo o fabricante, age como estimulante na área afetada, aquecendo e aliviando a dor.

Estima-se que a maioria dos consumidores de produtos industrializados faz uso de pimentas e pimentões, ainda que de forma inconsciente. Isso se deve ao grande número de produtos alimentícios que os contém. O seu estímulo ao uso se dá, em grande parte, devido as suas propriedades de acentuar o sabor, o aroma e a cor dos alimentos (LIMA, 2005). Sua utilização na indústria está relacionada com a fabricação de diversos produtos processados como condimentos, temperos, geléias e conservas como é o caso de molhos e picles. Atualmente está crescendo o interesse em cultivares para processamento industrial na forma de pó ou páprica. A páprica é utilizada como corante, pelas indústrias alimentícias, embutidos de carne, sopas instantâneas, molhos e ração para aves (SANTOS *et al.*, 2005).

O pimentão é uma planta diplóide com $2n = 2x = 24$ anual, arbustiva, com caule semilenhoso, podendo ultrapassar um metro de altura. Suporta uma carga leve de frutos, ocorrendo formas silvestres desde o sul dos Estados Unidos até o norte do Chile.

As flores do pimentão são perfeitas, pequenas e isoladas o que facilita a autofecundação. Trata-se de uma planta predominantemente autógena, mas pode ocorrer alta taxa de cruzamentos devido a alterações morfológicas da flor, como a presença de estilete bastante extenso e, principalmente, por polinização entomófila, acarretando taxa de alogamia de até 36% dependendo da região. A corola tem 15

mm de diâmetro e, em média, seis anteras tubulares não soldadas apresentando deiscência lateral (FREE, 1993). Segundo CRUZ (2003), o estigma apresenta-se visivelmente receptivo, no início da manhã, permanecendo nesse estado até o início da tarde. Segundo SILVA *et al.* (2005), a autopolinização se dá preferencialmente pela manhã no dia da abertura da flor, quando o pólen é liberado e o estigma torna-se receptivo.

O fruto é uma baya oca, podendo ter formato cônico, apresentando três lóculos, ou com formato cúbico, com quatro lóculos. A coloração varia entre verde, vermelha, amarela, dentre outras quando maduro. No mercado, os frutos de coloração verde e vermelha, são mais aceitos, embora aqueles de cor laranja, amarelo e até roxo, mais exóticos, têm alcançado bons preços, devido à excentricidade (SILVA *et al.*, 1999).

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

Segundo NASCIMENTO FILHO *et al.* (2007), a faixa ideal para o seu cultivo se encontra entre 16-23°C, sendo que temperaturas abaixo dos 15°C podem estacionar o desenvolvimento da planta. Já temperaturas noturnas superiores a 24°C e/ou diurnas acima de 35°C ocasiona abortamento de flores, principalmente se o ambiente for de baixa umidade relativa e com pouca luminosidade.

O pimentão destaca-se entre as solanáceas pelo seu consumo e importância econômica no Brasil e no exterior, principalmente nos Estados Unidos, México, Itália, Japão e Índia. Só a china tem mais de 700.000 ha cultivados com espécies de *Capsicum*. Os tailandeses e os sul-coreanos são tidos como os maiores consumidores de pimenta atingindo o consumo de 5 a 8g/dia/pessoa. Os *Capsicum* são amplamente utilizados em indústrias, remédios, produtos alimentícios como molhos, temperos. Os pratos quentes e pratos frios disputam entre si o uso mais nobre dos *Capsicum* (NASCIMENTO *et al.*, 2004).

Seu cultivo se estende por todo o território brasileiro, sendo São Paulo e Minas Gerais, localizados na região Sudeste, os principais produtores, graças aos grandes centros consumidores. (ECHER *et al.*, 2002).

O cultivo de pimentões pode ocorrer tanto em campo aberto quanto em estufas, sendo o cultivo em campo aberto representa a maioria. Trata-se de uma atividade significativa para o setor agrícola brasileiro. Anualmente, cerca de 12.000 ha são cultivados com esta hortaliça, com uma produção de aproximadamente 280.000 toneladas de frutos. Os Estados de São Paulo e Minas Gerais possuía cerca de 5.000 ha de área plantada, alcançando uma produção de 120 mil toneladas (CNPQ, 2001). Somente o mercado nacional de sementes de pimentão movimenta US\$ 1,5 milhão (RIBEIRO; CRUZ, 2002).

A principal região produtora de pimentão do estado de Pernambuco é o Agreste, onde é cultivado predominantemente por pequenos produtores com poucos recursos tecnológicos. Segundo a Companhia de abastecimento e de armazéns gerais do Estado de Pernambuco (CEAGEPE) (2005), a comercialização de pimentão por mês chega a 709 t, sendo 50% de Pernambuco, oriundo dos municípios de Camocim de São Félix, São Joaquim do Monte, Gravatá e João Alfredo. Os outros 50% comercializados, são produzidos no Estado da Paraíba (PB).

2. Divergência genética

Estudos sobre a divergência genética entre indivíduos ou populações nas espécies vegetais têm sido de grande importância em programas de melhoramento envolvendo hibridações, por fornecerem parâmetros para a identificação de genitores que possibilitam maior efeito heterótico na progênie e maior probabilidade de obter genótipos superiores em gerações segregantes (VIDIGAL *et al.*, 1997). O nível de heterose em pimentão está diretamente relacionado com a distância genética entre os genitores, o que torna importante o uso de técnicas adequadas para se estimar divergência genética (MOREIRA *et al.*, 1994)

Para determinar quão distante geneticamente uma população ou genótipo é de outro podem ser utilizados métodos biométricos, onde se quantifica ou se estima a heterose, que são analisados pela estatística multivariada permitindo unificar múltiplas informações de um conjunto de caracteres (SUDRÉ *et al.*, 2005). A escolha do método depende da precisão desejada pelo pesquisador, da facilidade da análise e da forma como os dados são obtidos (CRUZ; REGAZZI, 2001).

Uma das formas que pode ser utilizado para determinação de divergência genética é a utilização de marcadores moleculares. Dessa maneira é possível obter

o “DNA *fingerprint*” (impressão digital genética) do material que se está trabalhando e a análise do polimorfismo das bandas de DNA permitindo a verificação da diversidade genética, assim como identificar aquelas que são mais próximas geneticamente (SOUZA *et al.*, 2007).

PICKERSGILL (1997) estudando recursos genéticos para o melhoramento de *Capsicum* spp., concluiu que a diversidade disponível dentro das espécies domesticadas tem sido pouco explorada e ainda não foi esgotada. Segundo Garcia (2002), a enorme diversidade genética disponível no centro de domesticação do *C. annuum* L. tem facilitado o desenvolvimento de novas variedades e híbridos.

O Brasil é um importante centro secundário de espécies domesticadas do gênero *Capsicum*, podendo-se observar considerável diversidade em *C. annuum* var. *annuum*, *C. baccatum* var. *pendulum*, *C. frutescens* e *C. chinense* (SUDRÉ, 2005).

3. Marcadores moleculares

A utilização da biotecnologia como ferramenta nos programas de melhoramento genético tem propiciado extrema agilidade quando comparado com o melhoramento convencional. Uma forma muito eficaz e rápida de detectar a variabilidade genética entre genótipos é por meio do uso de marcadores moleculares que acessam o genoma. Destaca-se pelo fato de não serem influenciados por condições ambientais específicas e serem independentes do estágio da vida da planta, sendo uma poderosa ferramenta para os programas de melhoramento genético (ZIETKIEWICZ *et al.*, 1994).

Uma gama de marcadores moleculares tem sido utilizada, através de técnicas que permitem uma ampla caracterização do polimorfismo genético existente em plantas. Atualmente RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorfism*), RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*), AFLP (*Fragment Length Polymorphism*), SSR (*Simple Sequence Repeats*) e ISSR (*Inter Single Sequence Repeats*) têm sido utilizados para diferentes espécies (VARSHNEY *et al.*, 2004), porém a escolha de uma técnica de marcador molecular depende de sua reprodutibilidade e simplicidade. Alguns outros atributos como consistência e tempo para obtenção de resultados, nível de polimorfismo obtido e custo, também são importantes para a

escolha de marcadores moleculares em um programa de melhoramento (MAGALHÃES, 2006).

ISSRs são marcadores semiarbitrários, amplificados por PCR (Polymerase Chain Reaction) em presença de um oligonucleotídeo complementar para um determinado microssatélite e vem sendo empregada em programas de melhoramento para a diferenciação rápida entre indivíduos próximos, devido ao elevado grau de polimorfismo, a sua reprodutibilidade e ao seu baixo custo (SALIMATH *et al.*, 1995). BRANDÃO (2008) afirma que os ISSR's, são semelhantes aos RAPD's, apresentando vantagens como maior facilidade para se trabalhar, geram maiores números de fragmentos polimórficos, além de ser relativamente mais barata e amplamente utilizado em diversos estudos de análise da variabilidade. Tal marcador tem sido utilizado em diversos estudos, como a identificação de cultivares, mapeamento genômico e análise da variabilidade em genética de populações (GOULÃO; OLIVEIRA, 2001). Porém trata-se de um marcador dominante onde genótipos heterozigotos não podem ser diretamente discriminados dos homozigotos porque apenas um alelo é detectado, o segmento que é amplificado, enquanto que as demais variações alélicas são classificadas conjuntamente como um alelo nulo (SOUZA, 2007).

Segundo MAGALHÃES (2006), tal técnica pode contribuir com informações para selecionar genótipos que poderão ser futuros genitores na obtenção de novas variedades ou híbridos. Seu uso pode auxiliar no estabelecimento de grupos heteróticos, diminuindo substancialmente o número de cruzamentos-testes a serem avaliados e posteriores combinações híbridas (HONGTRAKUL *et al.*, 1997), tornando possível selecionar os indivíduos com marcador de interesse, sem que haja necessidade de avaliar o fenótipo dos mesmos. Nos casos de espécies perenes, de ciclo longo, não há necessidade de esperar alguns anos até que a característica fenotípica se expresse (MELO, 2007).

De forma geral, os marcadores moleculares, tais como os ISSRs são amplamente usados em estudos de diversidade genética, com a vantagem de os procedimentos laboratoriais serem facilmente aplicados a várias espécies vegetais (BRANDÃO, 2008).

RUANET *et al.*, (2005) utilizaram o oligonucleotídeo M-2 em 56 acessos representativos do gênero *Capsicum* com o objetivo de determinar relações

filogenéticas em plantas e observou maior polimorfismo em acessos das espécies *C. frutescens*, *C. annuum* var. *conicum* e *C. annuum* var. *angulosum*.

4. Capacidade geral de combinação (CGC)

A capacidade geral de combinação (CGC) diz respeito ao comportamento médio de genitores numa série de combinações híbridas e está associada aos efeitos aditivos dos alelos (CRUZ; VENCOVSKY, 1989), que é de suma importância para os programas de melhoramento genético vegetal. Segundo LORENCETTI (2005), a CGC reflete o valor genético aditivo do genitor masculino para a característica particular, que pode transmitir à sua descendência, sem atender aos outros genitores, sendo assim, um ótimo indicador da superioridade do genitor e de sua divergência em relação aos demais genitores. Dessa forma, as estimativas de seus efeitos fornecem informações a respeito das potencialidades do genitor em gerar combinações favoráveis à introdução de genes predominantemente aditivos em seus efeitos (CRUZ *et al.*, 2004). Os genitores com estimativas altas e positivas de CGC são os que mais contribuem para o aumento da expressão do caráter, enquanto aqueles com valores altos e negativos contribuem com a redução de sua manifestação (COSTA, 2006)

BONETTI (2002) avaliou a capacidade combinatória de linhagens de pimentão e verificou maior importância dos efeitos gênicos aditivos, embora os efeitos gênicos não-aditivos tenham estado presentes para produção total e profundidade de inserção do pedúnculo dos frutos. Quando as linhagens ou cultivares são bastante divergentes, maior será a superioridade da capacidade de combinação entre elas. MIRANDA *et al.* (1998) verificaram em pimentão que os efeitos gênicos aditivos predominaram para número total de frutos por planta, número de frutos precoces, peso médio de frutos e relação comprimento/largura.

TAVARES (1993) verificou que no cultivo de pimentão, apesar da significância dos efeitos gênicos aditivos, há predomínio dos efeitos gênicos não-aditivos (dominância e/ou epistasia) para produção total de frutos por planta, peso de frutos precoces, altura de planta e número de dias para florescimento. Em pimentão, a capacidade geral de combinação (CGC), foi estudada para características como: número total de frutos por planta, número de frutos precoces, peso médio de fruto e relação comprimento/largura de fruto (MIRANDA, 1987).

5. Capacidade específica de combinação (CEC)

O termo capacidade específica de combinação é utilizado para designar os casos em que certas combinações híbridas são superiores ou inferiores em relação ao esperado quanto à desempenho médio dos dois genitores (SPRAGUE; TATUM, 1942), ou seja, mede o comportamento de uma linhagem quando cruzada com outra, se tratando da capacidade de produção de híbridos específicos superiores. Segundo BUENO *et al.* (2001), corresponde ao desvio do comportamento médio em relação à capacidade geral de combinação. O mesmo autor relata que para avaliar a CEC usa-se um híbrido simples ou uma linhagem.

A CEC está associada aos efeitos não aditivos, como os genes de efeito dominante, responsável pela interação de alelos no loco de genes que regulam determinada característica, e a epistasia, responsável pela interação entre alelos em locos de diferentes genes influenciando na característica (NASPOLINI FILHO *et al.*, 1981). Os valores das estimativas de capacidade específica de combinação são diretamente proporcionais à heterose, uma vez que a média dos híbridos pode ser determinada a partir da somatória da média geral aos efeitos de CGC e CEC (COSTA, 2006).

A combinação híbrida mais favorável deve ser, portanto, aquela que apresentar maior estimativa de capacidade específica de combinação e que seja resultante de um cruzamento em que pelo menos um dos genitores apresente elevada capacidade geral de combinação (CRUZ *et al.*, 2004). É válido ressaltar, porém, que dois genitores de elevada CGC nem sempre proporcionam a formação da melhor combinação do dialelo (CRUZ; VENCOSKY, 1989).

Baixos valores absolutos de CEC significam que os híbridos F₁ obtidos entre os genitores em questão comportaram-se como esperado com base na CGC dos genitores, enquanto altos valores absolutos de CEC demonstram que o comportamento de um cruzamento particular é relativamente melhor (CEC positivo) ou pior (CEC negativo) do que o esperado com base na CGC dos genitores (GOMIDE *et al.*, 2003).

Em trabalho com linhagens de pimentão, OLIVEIRA (1998) verificou que os efeitos gênicos aditivos e, principalmente, os não-aditivos (dominância e/ou epistasia) estiveram envolvidos no controle de acúmulo da matéria seca total.

6. Híbridação

A híbridação é a fusão de gametas de dois genitores geneticamente distintos, que resultam em indivíduos híbridos heterozigóticos, podendo ocorrer naturalmente ou ser dirigida artificialmente. A híbridação é uma das maneiras mais eficientes de explorar a variabilidade genética existente em muitas espécies. Sua importância relaciona-se está na obtenção de heterose, reunindo características desejáveis de ambos os pais como, por exemplo, genes de resistências a várias doenças, que se encontram em genitores diferentes. A híbridação controlada envolve procedimentos de emasculação, polinização manual e cuidados pós-polinização (GODOY *et al.*, 2006)

O cultivo comercial de pimentão no Brasil iniciou por volta da década de 20 em São Paulo, mas precisamente na cidade de Mogi das Cruzes, com cultivares “Spanish” originárias da Espanha do grupo “casca dura” e de fruto cônico. As primeiras cultivares brasileiras surgiram de seleções nas populações de origem espanhola. Até a década de 70 as cultivares de pimentão utilizadas no Brasil eram de polinização aberta. Só na década de 80 surgiram os primeiros híbridos de pimentão, mas por serem desenvolvidos em países de clima temperado, tiveram problemas com adaptação, temperatura e com doenças que não ocorre no hemisfério norte. Apenas na década de 90 surgiram os primeiros híbridos desenvolvidos para cultivo em clima tropical (SILVA, 2002).

A utilização de cultivares híbridas pelos produtores de pimentão tem sido importante fator para incremento da produtividade. A utilização comercial de híbridos F_1 de pimentão é uma maneira rápida e eficiente para aumentar a produção e melhorar a qualidade dos frutos, não excluindo a possibilidade de se selecionarem linhagens superiores em populações segregantes derivadas de progênies F_2 (MIRANDA, 1987). A principal diferença entre essas cultivares e as tradicionalmente plantadas deve-se ao efeito heterótico expresso nos caracteres que interfere diretamente na produtividade e qualidade de frutos. Além disso, pode-se obter resistência para múltiplas doenças mais facilmente em híbridos do que em cultivares de polinização aberta (NASCIMENTO *et al.*, 2004).

A presença e a magnitude da heterose evidenciam a perspectiva para a produção de cultivares híbridas. Além disso, o conhecimento do comportamento dos

híbridos F_1 em relação às suas cultivares genitoras permite ao melhorista escolher as melhores combinações genéticas para o caráter considerado (MIRANDA, 1987).

Segundo LORENCETTI (2006), os vários passos envolvidos no desenvolvimento de híbridos, como a realização de numerosos cruzamentos e a seleção de combinações com desempenho superior, podem ser facilitados reduzindo o trabalho e os custos associados.

Existe duas formas mais comuns de se fazer cruzamentos para obter sementes híbridas F_1 , utilizando a macho-esterilidade e a emasculação manual. Se tratando do primeiro método, a planta macho estéril é utilizada como genitor feminino. A macho-esterilidade genética e a macho-esterilidade citoplasmática são mecanismos estudados e usados para a produção de sementes híbridas, porém a utilização de emasculação e polinização manual em larga escala na produção de híbridos ainda predomina (SHIFRISS, 1995).

Na emasculação manual as flores no genitor feminino são emasculadas um dia antes da antese para evitar a autofecundação do estigma pelo pólen da própria planta em preparação para a polinização manual. Esse processo envolve a remoção completa de suas anteras e é feito em etapa separada antes da aplicação de pólen em seu estigma (GODOY *et al.*, 2006). Segundo MARCELIS; HOFMAN-EIJER (1997), a receptividade do estigma ocorre um dia antes da antese até dois dias depois, totalizando quatro dias. No mesmo dia ou um dia após ser realizada a emasculação procede-se à polinização com o pólen previamente coletado em flores maduras, sendo que essa coleta tem maior rendimento quanto se utilizado um vibrador elétrico (MALUF, 1994). Após a polinização, a flor polinizada deve ser identificada com etiqueta e coberta com saco de papel ou papel alumínio para impedir a ação de insetos transportando pólen contaminante. Por volta dos 60 dias após a polinização manual o fruto deve ser colhido e suas sementes extraídas para serem utilizadas comercialmente ou em novos ciclos de seleção e novos cruzamentos.

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

Para o desenvolvimento de combinações híbridas com alto potencial produtivo, é necessária a identificação de linhagens genitoras com boa capacidade combinatória, baseada na obtenção de estimativas da capacidade geral (CGC) e

específica (CEC) de combinação. Vale salientar que a produção de novos híbridos de pimentão é lenta, necessitando de 8 a 10 anos ou até mais tempo para que um novo híbrido seja obtido.

O conhecimento da divergência genética dos materiais é de fundamental importância, pois resulta em informações essenciais para a escolha dos melhores cruzamentos gerando, assim um maior efeito heterótico.

REFERÊNCIAS

- BONETTI, M. L. G. Z. **Heterose e capacidade combinatória de linhagens de híbridos de pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. 2002, 85f. Tese (Doutorado de Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. **Peppers: vegetables and spice capsicums**. Las Cruces: CABI Publishing, 2000. 204p.
- BRANDÃO, M. M. **Diversidade genética de *Myrcia splendens* (SW.) DC. (Myrtaceae) por marcadores ISSR em sistema corredor-fragmento semidecíduais no sul de Minas Gerais**. 2008, 80f. Tese (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas**. 1ed. Editora UFLA, 2001. 282p.
- CASALI, V. W. D.; COUTO, F. A. A. Origem e botânica de *m*. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10. n. 113, p. 8-13, 1984.
- CEAGEPE** (Companhia de abastecimento e de armazéns gerais do Estado de Pernambuco). Disponível em: <<http://www.ceasape.org.br>> Acesso em: 23 de setembro de 2007.
- CNPH** (Centro nacional de pesquisa de hortaliças), Projeto Capsicum. Embrapa Hortaliças. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/projeto/capsicum/index.html>> Acesso em: 23 de setembro de 2007.
- COSTA, M. N. **Análise dialéctica das capacidades gerais e específicas de combinação utilizando técnicas uni e multivariadas e divergência genética em mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. 2006, 132f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areias.

- CRUZ, C.D.; VENCOSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 2, p. 425-438, 1989.
- CRUZ, D. O. **Uso e eficiência da abelha jandaíra (*Melípona subnitida* Ducke L.) na polinização do pimentão (*Capsicum annuum* L.) sob cultivo protegido**. 2003, 60f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- CRUZ C. D.; REGAZZI A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2ed. Viçosa: UFV, 2001, 390 p.
- CRUZ, C.D., REGAZZI, A.J.; CARNEIRO P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, cap. 7, p. 223-375, 2004.
- DANGARIA, G. J.; DOBARIA, K. L.; FATTEH, U. G.; PATEL, V. J. Heterosis and combining ability analysis in castor. **Journal Oilseeds Research**, Bhopal, v. 4, p. 46-53, 1987.
- ECHER, M. M.; FERNANDES, M. C. A.; RIBEIRO, R. L. D.; PERACCHI, A. L. Avaliação de genótipos de *Capsicum* para resistência a ácaro branco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 217-221, 2002.
- Embrapa Informação Tecnológica. **O que é hibridação e qual a sua importância no melhoramento**. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=13588> Acesso em: 25 de setembro de 2007.
- FREE, J.B. **Insect pollination of crops**. Londres: Academic Press, 1993. 684p.
- GAIA, J. M. D.; MOTA M. G. C.; DERBYSHIRE, M. T. V. C.; OLIVEIRA, V. R.; COSTA, M. R. Caracterização de acessos de pimenta-do-reino com base em sistemas enzimáticos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 333-342, 2007.
- GARCIA, B.F. Estimation of genetic distances among green pepper (*Capsicum annuum* L.) lines using RAPD markers and its relationship with heterosis. **Proceedings of the 16th International Pepper Conference**. Tampico. 2002. p. 37-40.
- GODOY, M. C.; GODOY, A. R.; CARDOSO, A. I. I. Influencia do estágio de maturação da flor na produção de sementes de pimentão com polinização manual. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, p. 83-87, 2006.

- GOMIDE, M. L.; MALUF, W. R.; GOMES, L. A. A. Heterose e capacidade combinatória de linhagens de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 5, p.1007-1015, 2003.
- HONGTRAKUL, V.; HUESTIS, G.M.; KNAPP, S.J. Amplified fragment length polymorphisms as a tool for DNA fingerprinting sunflower germplasm: genetic diversity among oilseed inbred lines. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 95, p. 400-407, 1997.
- LIMA, M. C. **Recursos genéticos de hortaliças**. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, Brasília, 2005. 190p.
- LORENCETTI, C.; CARVALHO, F. I. F.; BENIN, G.; MARCHIORO, V.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, J. A. G. HARTING, I.; SCHIMIDT, D. A. M.; VALÉRIO, I. P. Capacidade combinatória e heterose em cruzamento dialélico de aveia (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 2, p. 143-148, 2005.
- LORENCETTI, C.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; VALÉRIO, I. P.; BENIN, G.; ZIMMER, P. D.; VIEIRA, E. A. Distância genética e sua associação com heterose e dês. I. F.empenho de híbridos em aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 591-598, 2006.
- MAGALHÃES, A. G. **Caracterização de genótipos de alface (*Lactuca sativa* L.) em cultivo hidropônico sob diferentes valores de condutividade elétrica da solução nutritiva**. 2006, 83f. Dissertação (mestrado em Agronomia) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- MALUF, W. R. **Melhoramento genético de hortaliças**. Escola Superior de Agricultura de Lavras. Lavras, p. 01-16, 1994.
- MARCELIS, L. F. M.; HOFMAN-EIJER, L. R. B. Effects of seed number on competition and dominance among fruits in *Capsicum annuum* L. **Annals of Botany**, London, v. 79, n. 6, p. 687- 693, 1997.
- MELO, R. A. **Caracterização morfológica e molecular em genótipos de coentro (*Coriandrum sativum* L.) e estudo da variabilidade genética em progênes de meios irmãos na cultivar Verdão**. 2007, 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Área de concentração: Melhoramento Genético) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- MIRANDA, J. E. C. **Análise genética de um cruzamento dialélico em pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. 1987, 159f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

- MIRANDA, J. E. C.; COSTA, C. P.; CRUZ, C. D. Análise dialélica em pimentão I: capacidade combinatória. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 11, n. 3, p. 431-440, 1998.
- MOREIRA, J. A. N.; SANTOS, J. W.; OLIVEIRA, S. R. M. **Abordagens e metodologias para avaliação de germoplasma**. Campina Grande: Embrapa-Algodão, 1994. 115p.
- NASCIMENTO, I. R.; MALUF, W. R.; FARIA, M. V.; VALLE, L. A. C.; MENESES, C. B.; BENITES, F. R. G. Capacidade combinatória e ação gênica na expressão de caracteres de importância econômica em pimentão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 251-260, 2004.
- NASCIMENTO FILHO, H. R.; BARBOSA, R. I.; LUZ, F. J. F. Pimentas do gênero *Capsicum* cultivadas em Roraima, Amazônia Brasileira. II. Hábitos e formas de uso. **Acta Amazônia**, Roraima, v. 37, n. 4, p. 561-568, 2007.
- NASPOLINI FILHO, V.; GAMA, E. E. G.; VIANNA, T.; MÔRO, J. R. General and specific combining ability for yield in a diallel cross among 18 maize populations (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 4, n. 4, p. 571-577, 1981.
- NUEZ, F.; GIL HORTEGA, R.; GARCIA, J. C. **El cultivo de pimientos, chiles y ajies**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1996. 607p.
- OLIVEIRA, V. R. Capacidade de combinação entre linhagens de pimentão diferindo na tolerância ao baixo e alto teor de fósforo no solo. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 2, p. 203-214, 1998.
- OLIVEIRA, R. M. B.; OLIVEIRA, F. A.; VIANA, J. S.; MOURA, F. M.; SANTOS, C. G. Manejo da irrigação e da adubação nitrogenada sobre a qualidade dos frutos do pimentão em condições controladas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 376-377, 2003.
- PICKERSGILL, B. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. **Euphytica**, Wageningen, v.96, p.129-33, 1997.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. **Genética na Agropecuária**. 3ed. Lavras: UFLA, 2004. 472p.
- REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Capsicum: Pimentas e pimentões no Brasil**. 1ed. Brasília: Embrapa Comunicação Transferência de Tecnologia, 2000. 113p.

- RIBEIRO, C. S. C.; CRUZ, D. M. R. Tendências de mercado. **Revista Cultivar Hortaliças e Frutas**, Pelotas n. 14, 2002.
- RONZELLI JÚNIOR, P. **Melhoramento genético de plantas**. Curitiba, 1996. 219p.
- RUANET, V. V.; KOCHIEVA, E. Z.; RYZHOVA, N. N. The Use of a Self-Organizing Feature Map for the Treatment of the Results of RAPD and ISSR Analyses in Studies on the Genomic Polymorphism in the Genus *Capsicum* L. **Russian Journal of Genetics**, Moscou, v. 41, n. 2, p. 269–278. 2005.
- SALIMATH, S.S.; GODWIN, I.D.; BENNETZEN, J.L. Assessment of genome origins and genetic diversity in the genus *Eleusine* with DNA markers. **Genome**, n. 38, p. 757-763, 1995.
- SANTOS, A. B.; FÁVARO-TRINDADE, C. S.; GROSSO, C. R. F. Preparo e caracterização de microcápsulas de oleoresina de páprica obtidas por atomização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas v. 25, n. 2, p. 132-139, 2005.
- SHIFRISS, C. Male sterility in *Capsicum*. **Capsicum and Eggplant Newsletter**, Turin v. 14, p. 11-25, 1995.
- SILVA, E. M.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A.; CRUZ, D. O.; BONFIM, G. A. Biologia floral do pimentão (*Capsicum annuum* L.) e a utilização da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) como polinizador em cultivo protegido. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 3, p. 386-390, 2005.
- SILVA, M. A. G.; BOARETTO, A. E.; MELO, A. M. T.; FERNANDES, H. M. G.; SCIVITTARO, W. B. Rendimento e qualidade de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido em função do Nitrogênio e Potássio aplicados em cobertura. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1199-1207, 1999.
- SILVA, L. F. **Heterose e capacidade de combinação em cruzamentos dialélicos parciais de pimentão**. 2002, 82f. Tese (mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- SOUZA, C.S.; BONETTI, A.M.; GOULART FILHO, L.R.; MACHADO, J.R.; LONDE, L.N.; BAFF, M. A.; RAMOS, R. G.; VIEIRA, C.U.; KERR, W.E. Divergência genética entre genótipos de alface por meio de marcadores AFLP. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 1, p. 11-16, 2007.
- 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, n. 10, p. 923-932, 1942.

- SUDRÉ, C.P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E.M.; KARASAWA, M.; AMARAL JÚNIOR, A.T. Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 22-27, 2005.
- TAVARES, M. **Heterose e estimativa de parâmetros genéticos em um cruzamento dialélico de pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. 1993, 87f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas), Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- VARSHNEY, R. K.; KORZUN, V.; BORNER, A. **Molecular maps in cereals: methodology and progress**. In: GUPTA, P. K.; VARSHNEY, R. K. (Ed.). *Cereal Genomics*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 35-82, 2004.
- VIDIGAL, M. C. G.; VIDIGAL FILHO, P. S.; AMARAL JÚNIOR, A. T. do.; BRACCINI, A. de L. Divergência genética entre cultivares de mandioca por meio de estatística multivariada. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 2, p. 263-271, 1997.
- WOLFE A. D.; XIANG Q. Y.; KEPHART R. S. Assessing hybridization in natural populations of *Penstemon* (*Scrophulariaceae*) using pypervariable intersimple sequence repeat (ISSR) bands. **Molecular Ecology**, v. 7, n. 4, p. 1107-1125, 1998.
- XIAO M; LI Q; WANG L; GUO L; TANG L; CHEN F. ISSR analysis of the genetic diversity of the endangered species *Sinopodophyllum hexandrum* (Royle) ying from Western Sichuan Provinc. **Journal of Integrative Plant Biology**, Shandong, v. 48, n. 3, p. 1140-1146, 2006.
- ZIETKIEWICZ, E.; RAFALSKI, A.; LABUDA, D. Genome Fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification. **Genomics**, San Diego, v.20, p.176-183, 1994.

CAPÍTULO II

DIVERGÊNCIA GENÉTICA E CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO DE LINHAGENS DE PIMENTÃO

Artigo a ser enviado para publicação na
revista da Associação Brasileira de
Horticultura “Horticultura Brasileira”
ISSN: 0102 – 0536

Divergência genética e capacidade de combinação de linhagens de pimentão

Adônis Queiroz Mendes¹; Dimas Menezes²; Luciane Vilela Resende²; Cláudio J. Dias Silva¹; José Carlos da Costa³; Fábio Leal Santos³; Júlio Carlos Polimeni de Mesquita⁴.

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52171-900 Recife-PE; ¹Mestrando UFRPE: adonis@agronomo.eng.br; cjdsilva@gmail.com; ²Dep^{to}. Agronomia: dimas@depa.ufrpe.br; luciane.vilela@ufla.br; ³Graduação: carl_agro@hotmail.com; fabiodagama@hotmail.com; ⁴Extensionista do IPA: jcpmesquita@yahoo.com.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivos verificar a divergência genética via ISSR e avaliar a capacidade combinatória em seis linhagens de pimentão. O experimento foi realizado no departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco utilizando seis linhagens de pimentão HTV-1, HTV-8, HTV-9, HTV-10, HTV-11 e HTV-12. Foi realizado um cruzamento dialélico parcial entre as linhagens e determinada a capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação para oito características agrônômicas. Através dos dados moleculares obtidos, foi gerado um dendrograma, onde se observou a formação de três grupos e um destes com dois subgrupos, cujas linhagens HTV-8, HTV-10, HTV-11 e HTV-12 formaram o primeiro grupo. Já o segundo e terceiro grupos foram constituídos apenas pelas linhagens HTV-1 e HTV-9, respectivamente. Quando combinado a HTV-9 com a HTV-11, apresentou a maior dissimilaridade (20,31%). A média de fragmentos amplificados por *primer* foi de 6,90 e o tamanho desses fragmentos variou de 300 pb (UBC 02, UBC 808, UBC 810 e UBC 812) a 1500 pb (UBC 881). As combinações híbridas HTV-8 x HTV-10 e HTV-11 x HTV-12 proporcionaram as melhores contribuições para peso total de fruto e peso médio de fruto. Foram observadas algumas incoerências entre o resultado molecular com o resultado da capacidade combinatória, onde a predição por meio do marcador molecular ISSR apresentou baixa precisão não sendo indicado, neste estudo, usá-la como auxílio aos métodos convencionais de estimação de parâmetros genéticos

Palavras-chave: *Capsicum annuum* L., ISSR, análise dialélica

Abstract

Genetic divergence and ability of combination of linkages of sweet pepper

The objective this study was to check the genetic divergence by ISSR and evaluate the combining ability of six linkages of sweet pepper. The experiment was realized at the Agronomy department of the Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) used six sweet pepper linkages HTV-1, HTV-8, HTV-9, HTV-10, HTV-11 and HTV-12. Was made a partial diallel cross among linkages and determined the general (CGC) and specific combining (CEC) for eight agronomic traits. Through the molecular data obtained, a dendrogram was generated, which was formed three groups and one of these two subgroups, the linkages HTV-8, HTV-10, HTV-11 and HTV-12 form the first group. The second and third groups were made by only linkages HTV-1 and HTV-9 respectively. When combined the HTV-9 with the HTV-11, had the largest dissimilarity (20.31%). The average of fragments amplified per primer was 6.90 and the size of these fragments ranged from 300 bp (UBC 02, UBC 808, UBC 810 and UBC 812) to 1500 bp (UBC 881). Hybrid combinations HTV-8 x HTV-10 e HTV-11 x HTV-12 provided the best contributions to the total weight of fruit and average weight of fruit. There were some inconsistencies between the molecular results with the results of combining ability, where the prediction by means of ISSR molecular marker showed low precision and should not indicated, this study, to assist the conventional breeding.

Key words: *Capsicum annuum* L., ISSR, diallelic analysis.

Introdução

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) pertence ao gênero *Capsicum*, assim como as pimentas à família Solanaceae. Trata-se de uma espécie que apresenta extensa diversidade de formas, sabores e cores demonstrando grande variabilidade genética. O cultivo do pimentão tem importante papel na economia nacional, pois é produzido em todas as regiões do Brasil e segundo Blank *et al.* (1995) o pimentão é a terceira espécie com maior área cultivada dentre as Solanaceae, inferior apenas a batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) e ao tomate (*Lycopersicon esculentum* L.).

Diante da grande diversidade genética disponível no pimentão, ainda pouco explorada, a hibridação se mostra como técnica eficiente para o melhoramento genético em curto prazo. Segundo Gomide *et al.* (2008), o uso de híbridos comerciais apresenta vantagem sobre as cultivares de polinização aberta pelo fato de combinar caracteres quantitativos de interesse presentes em duas linhagens contrastantes. Dessa forma a utilização comercial de híbridos F₁ de pimentão é uma maneira rápida e eficiente para

aumentar a produção e melhorar a qualidade dos frutos, não excluindo a possibilidade de serem selecionadas linhagens superiores em populações segregantes derivadas de progênies F₂ (Miranda, 1987) além de diminuir trabalho e custos (Vallejo *et al.*, 1997). Segundo Mesquita (2008), as vantagens da utilização dos híbridos estão fundamentadas na combinação de diferentes caracteres qualitativos e quantitativos, pois tais híbridos têm mostrado mais estáveis e produtivos em relação às cultivares de polinização aberta de pimentão.

Os marcadores moleculares proveram ferramentas para análise genética rápida e detalhada de organismos superiores, incluindo espécies agrícolas (Steiner, 2005). Estudos de divergência genética vêm sendo muito utilizados e são importantes para o conhecimento da variabilidade genética das populações (Cruz & Carneiros, 2003), sendo possível identificar genitores promissores, acelerando assim a escolha de materiais para hibridações em programas de melhoramento aumentando as chances de obtenção de genótipos superiores em gerações segregantes devido às capacidades combinatórias dos mesmos.

Dentre as técnicas moleculares, os marcadores amplificados por PCR (Polymerase Chain Reaction) permitiram um rápido avanço no conhecimento científico sendo usado em programas de melhoramento como bons indicadores da distância genética entre acessos, substituindo ou complementando o melhoramento convencional tradicional. Dentre os marcadores moleculares utilizados com este propósito o ISSR que é semiarbitrário, não necessita do conhecimento prévio do genoma e do desenho do *primer* clonado (Reddy *et al.*, 2002), tornando os custos menos onerosos.

Segundo Hongtrakul *et al.* (1997), tal marcador vem sendo empregado em programas de melhoramento genético no estabelecimento de grupos heteróticos a serem utilizados na obtenção de novos híbridos, diminuindo substancialmente o número de cruzamentos-testes a serem avaliados dessa forma não necessitando se observar o fenótipo. Assim a seleção de genótipos, em programas de melhoramento, pode ser acelerada gerando híbridos com alto valor heterótico (Gonçalves *et al.*, 2008).

A capacidade geral de combinação (CGC) está relacionada a efeitos aditivos, representando o comportamento médio dos pais em combinações híbridas, enquanto a capacidade específica de combinação (CEC) está relacionada aos efeitos gênicos não-aditivos, caracterizando os desvios de combinações híbridas em relação ao

comportamento médio dos pais. A combinação híbrida mais favorável é aquela que apresenta maior CEC, na qual pelo menos um dos genitores tenha maior CGC e seja divergente em relação ao genitor com o qual está sendo cruzado. Tavares (1993) verificou em pimentão que apesar da significância dos efeitos gênicos aditivos, há predomínio dos efeitos gênicos não-aditivos para produção total de frutos por planta, peso de frutos precoces, altura de planta e número de dias para florescimento.

Este trabalho teve como objetivo verificar a divergência genética utilizando marcador molecular do tipo ISSR e avaliar a capacidade combinatória de seis linhagens de pimentão, identificando possíveis combinações híbridas superiores quanto a características agronômicas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife-PE. Foram utilizadas as linhagens HTV-1, HTV-8, HTV-9, HTV-10, HTV-11 e HTV-12 de pimentão cedidas pela empresa Hortivale – Sementes do Vale LTDA. O semeio foi realizado no dia 20 de Julho de 2008 em bandejas de isopor (128 células) contendo pó de coco e substrato comercial Plantimax Hortaliças (1:1). Após a germinação, que ocorreu por volta do quinto dia, as bandejas foram mantidas em casa de vegetação coberta com filme agrícola de 150 micras e fechada lateralmente com tela antiafídica. Após 14 dias, foi realizado desbaste e repicagem. O suprimento de nutrientes foi realizado manualmente com solução nutritiva na frequência de três vezes ao dia.

Para a análise molecular foram coletadas 0,1 g das primeiras folhas definitivas. Estas foram acondicionadas em tubo de *ependorf* de 1,5 mL e colocadas em um recipiente térmico com nitrogênio líquido e levadas para o laboratório de Biotecnologia da UFRPE para a extração de DNA genômico segundo protocolo de Ferreira & Grattapaglia (1998).

A quantificação do DNA genômico foi realizada em gel de agarose 0,8%, na presença de DNA fago lambda 25, 50, 100 e 500ng (Invitrogen). Cada amostra foi padronizada em uma concentração de 20 ng/ μ L. Para a amplificação do DNA foram utilizados 36 oligonucleotídeos de ISSR selecionados de um conjunto produzido pela University of British Columbia, Vancouver, Canadá.

As reações de amplificação foram realizadas em volume final de 25 μ L, contendo 20ng de DNA, uma unidade de Taq DNA polimerase (Invitrogen), 10mM de Tris-HCL (pH 8,0), 2 mM de $MgCl_2$, 0,25 μ M de cada dNTPs e 0,2 μ M de oligonucleotídeo. As amplificações do DNA foram realizadas em termociclador MJ Reseach, Inc. PTC100 Programmable Thermal Controller (Watetown, USA), nas seguintes condições: 15 minutos a 95°C (desnaturação); seguido por 30 ou 35 ciclos de 30 segundos a 94°C (desnaturação), 45 segundos a 50 ou 55°C (anelamento) e dois minutos a 72°C (extensão), extensão final por sete minutos a 72°C, onde a variação do número de ciclos e da temperatura de anelamento variou conforme o oligonucleotídeo utilizado. Os produtos das amplificações foram separados em gel de agarose 2%, corados com Syber gold (Invitrogen), utilizando-se o marcador Lader de 100pb (Invitrogen) sendo visualizados sob luz ultravioleta e registrados no fotodocumentador digital Vilber Lourmat.

Os produtos das amplificações foram analisados como 1 (presença) e 0 (ausência) de bandas para os genótipos testados. A dissimilaridade entre todos os genótipos foi calculada através do Coeficiente de Jaccard. Para o cálculo da dissimilaridade foi utilizado o programa computacional NTSYSpc (*Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*) versão 2.0 (Rohlf, 2000) gerando a matriz de distância genética entre os genótipos. A partir dessa matriz, foi construído um dendrograma pelo método da média aritmética não ponderada UPGMA (Unweighted pair Group Method with Arithmetic Average), com 1000 simulações com o auxílio do programa Winboot (Yap & Nelson, 1996).

Trinta dias após o semeio, para a instalação do experimento dialélico parcial, as mudas foram transplantadas para vasos com capacidade para cinco litros contendo como substrato pó de coco peneirado, com apenas uma planta por vaso. As necessidades nutricionais foram supridas com solução nutritiva diariamente por meio de sistema de gotejo pressurizado, as plantas foram conduzidas com tutoramento e com apenas quatro hastes onde se eliminou semanalmente as novas brotações. Foram realizadas pulverizações semanais preventivas de defensivos para o controle de pragas e doenças.

Por ocasião do florescimento foram realizadas emascações, procedeu-se a polinização utilizando-se grãos de pólen coletados com o auxílio de um vibrador portátil, obedecendo a esquema dialélico parcial entre as seis linhagens resultando em

quinze híbridos experimentais. Os frutos provenientes dos cruzamentos foram colhidos maduros e separadamente, sendo as sementes extraídas manualmente, lavadas em água corrente e secas à sombra.

Para a avaliação da capacidade geral e específica de combinação os tratamentos compreenderam as seis linhagens (HTV-1, HTV-8, HTV-9, HTV-10, HTV-11 e HTV-12) e os 15 híbridos experimentais (HTV-1 x HTV-8, HTV-1 x HTV-9, HTV-1 x HTV-10, HTV-1 x HTV-11, HTV-1 x HTV-12, HTV-8 x HTV-9, HTV-8 x HTV-10, HTV-8 x HTV-11, HTV-8 x HTV-12, HTV-9 x HTV-10, HTV-9 x HTV-11, HTV-9 x HTV-12, HTV-10 x HTV-11, HTV-10 x HTV-12 e HTV-11 x HTV-12).

As sementes de cada tratamento foram semeadas da mesma forma descrita anteriormente, transplantados após 30 dias e avaliados em casa de vegetação em vasos contendo pó de coco e fertirrigadas diariamente, onde o delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com 21 tratamentos e quatro repetições, sendo as parcelas formadas por quatro vasos, tendo uma planta por vaso, com espaçamento de 1,0m entre fileiras e 0,5m entre plantas. Os dois vasos do início e três do final de cada fileira, bem como, as fileiras das extremidades da casa de vegetação tiveram a finalidade de borda. Retiraram-se os brotos laterais até a primeira bifurcação bem como a primeira flor.

Os frutos foram colhidos separadamente, quando iniciavam a mudança de cor (ponto máximo de crescimento). Para todos os frutos foram avaliadas as seguintes características agronômicas: peso total de frutos (PTF); número total de frutos (NTF); peso médio de frutos (PMF); comprimento médio do fruto (CMF); diâmetro médio do fruto (DMF); relação comprimento/diâmetro do fruto (RCD); número de lóculos do fruto (NL) e espessura média do pericarpo (EP). Os valores referentes ao NL e a EP foram obtidos de todos os frutos colhidos nas três primeiras colheitas.

Os dados coletados foram submetidos à análise da variância de acordo com o delineamento experimental utilizado, considerando o modelo fixo. Os híbridos experimentais foram analisados segundo o esquema dialélico de acordo com o método 2, modelo misto B proposto por Griffing (1956), que inclui os pais e o conjunto dos $n(n-2)/2$ híbridos F_{1s} , estimando-se as capacidades geral (CGC) e específica (CEC) de combinação. As significâncias da análise de variância para CGC e CEC foram

testadas pelo teste F. As análises genético-estatística foram efetuadas através do programa Genes (Cruz, 2001).

Resultados e Discussão

Dos 36 oligonucleotídeos testados, oito não amplificaram e cinco não apresentaram padrões reproduzíveis. Dos 23 oligonucleotídeos restantes, dois se apresentaram monomórficos. Dessa forma 21 oligonucleotídeos foram selecionados por exibirem padrões de amplificação definidos e de alta reprodutibilidade, sendo todos com repetições de di-nucleotídeos 3' ancorados (Tabela 1).

A análise dos dados com os vinte e um iniciadores selecionados revelou variação no número de fragmentos amplificados totalizando 145 fragmentos de DNA. O maior polimorfismo encontrado foi resultante da amplificação do oligonucleotídeo UBC 2 gerando 16 regiões de bandas polimórficas. Já os oligonucleotídeos UBC 834, UBC 855, UBC 866, UBC 879 e UBC 891 resultaram apenas quatro regiões de banda polimórficas ficando assim com menor número (Tabela1). Os tamanhos desses fragmentos variaram de 300 pb (UBC 02, UBC 808, UBC 810 e UBC 812) a 1500 pb (UBC 881), já a média por oligonucleotídeo foi de 6,9 de fragmentos amplificados. Segundo Colombo *et al.* (1998), 7 a 30 *primers*, gerando de 50 a 200 fragmentos, são suficientes para estimar relações genéticas dentro e entre espécies.

A dissimilaridade calculada para os seis genótipos variou de 4,92% a 20,31% (Figura 1). A confiabilidade dos dados foi confirmada pelo valor do coeficiente de correlação cofenético (r), que obteve resultado de 90,23%, expressando uma considerável confiabilidade nos agrupamentos.

Considerando a dissimilaridade média de 13,51%, verificou-se a presença de três grupos e dois subgrupos. O primeiro grupo foi constituído por HTV-10, HTV-8, HTV-12 e HTV-11. Já o segundo e terceiro grupo foram constituídos apenas por um genótipo HTV-1 e HTV-9 respectivamente. No entanto, o primeiro grupo divide-se em dois subgrupos, sendo o primeiro formado apenas por HTV-10 e o segundo subgrupo com o HTV-8, HTV-11 e HTV-12.

A genealogia dos genótipos utilizados neste estudo não é conhecida devido à falta de informações e documentação e por conta de seleção de materiais entre pais geneticamente desconhecidos. Porém em função dos baixos valores de dissimilaridade pode-se inferir que os genótipos estudados apresentam uma base genética estreita.

A maior dissimilaridade ficou entre os genótipos HTV-9 e HTV-11 que expressaram 20,31%, sendo essa combinação a que possui a maior divergência genética, baseado na análise molecular, esta seria provavelmente a melhor combinação para gerar maior vigor de híbrido. Porém este fato não foi confirmado pela análise dialélica, já que as capacidades combinatórias mostraram híbridos com valores superiores. O HTV-11 apresentou valores negativos ou pouco expressivos na CGC para a maioria das características, principalmente PTF (Tabela 3).

A menor dissimilaridade foi obtida entre as linhagens HTV-8 e HTV-12, os quais apresentaram 4,92%. Observa-se ainda que HTV-8 apresentou valores negativos de CGC para todas as características e HTV-12 apresentou valores negativos para PTF e NTF (Tabela 3) indicando inferioridade em relação aos demais e sugerindo que sua utilização em cruzamentos provavelmente não resultará em híbridos superiores. Apesar de não ter relato sobre sua genealogia, acredita-se que ambas tenham origem semelhante resultando em tal proximidade.

As estimativas de capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação (Tabela 2) foram significativas pelo teste de F a 1% de probabilidade para as características avaliadas, com exceção da espessura do pericarpo. Isto evidencia a existência de variabilidade genética das demais características entre as linhagens utilizadas. A significância para a CGC e a CEC indica a existência de variabilidade entre os efeitos da CGC (\hat{g}_i), associados a efeitos gênicos aditivos, e entre os efeitos da CEC (\hat{S}_{ii} e \hat{S}_{ij}), associados aos não-aditivos (Lorencetti *et al.*, 2006). Essa significância implica também que o desempenho dos híbridos dependeu tanto da capacidade geral de combinação quanto da capacidade específica de combinação dos genitores.

Os coeficientes de variação (CV%), com baixos valores para o diâmetro médio do fruto (5,7%), comprimento médio do fruto (7,4%) e relação comprimento/diâmetro do fruto (8,2%), demonstram que estas são características menos afetadas pelas variações ambientais não controláveis. As demais características apresentaram coeficientes de variação entre 10,4% e 15,7%. Segundo Silva (2002), quando os quadrados médios são significativos e coeficientes de variação baixos, há indicação de que houve variação genética entre os tratamentos.

Quanto à herdabilidade observou valor zero para espessura do pericarpo não havendo, portanto, variabilidade genética. Os demais valores variaram entre 48,4% e

91,4% (Tabela 2), indicando possibilidade de sucesso, uma vez que reflete a proporção dos valores fenotípicos que representam os valores genotípicos.

Os quadrados médios da CGC foram superiores em relação aos da CEC para todas as características avaliadas (Tabela 2), isto indica que as ações gênicas das linhagens estudadas favoreceram a manifestação de efeitos gênicos aditivos das características estudadas. O genitor apresentará maior CGC quando possuir maiores freqüências de alelos favoráveis para o caráter em questão. De acordo com Miranda (1987), os genitores que apresentarem as mais elevadas CGC devem ser preferidos para constituírem os blocos de cruzamentos, pois irão favorecer a seleção de linhagens homozigotas em espécies autógamas e deverão gerar populações com as maiores médias. Contudo, apenas a maior média da população não é suficiente para a obtenção de ganhos, uma vez que, caso genitores forem geneticamente semelhantes, a população apresentará variabilidade restrita, o que reduz a chance de seleção de materiais geneticamente superiores.

Analisando as estimativas de CGC (Tabela 3) é verificado que a linhagem HTV-1 apresentou valores negativos para NTF, DMF e PTF. Para este último o valor negativo mais elevado, indicando que ao ser utilizado em blocos de cruzamentos, esta linhagem dificilmente expressará progênies superiores para peso total do fruto. Nota-se ainda que a linhagem HTV-8 apresentou valores negativos para todas as características avaliadas neste estudo.

As linhagens HTV-9 e HTV-10 apresentaram estimativas altas e positivas dos efeitos da CGC para a característica PTF. Tal fato mostra que há boa concentração de alelos favoráveis para tal característica, contribuindo assim, de forma positiva, para os efeitos de \hat{g}_i podendo ser indicados em cruzamentos visando aumentar o peso total do fruto, já que este é um caráter de extrema importância na comercialização do pimentão. Nota-se ainda que, na determinação da diversidade genética, a linhagem HTV-9 se isolou formando o terceiro grupo no dendrograma (Figura 1) se mostrando geneticamente diferente dos demais favorecendo ganhos genéticos.

Em relação ao caráter número total de frutos (NTF) pode ser verificado que apenas a linhagem HTV-10 se diferenciou das demais linhagens do primeiro grupo, sendo a única que superou a média e apresentou valor positivo para CGC e elevado

valor absoluto para CEC (Tabela 4) indicando a possibilidade de incrementar tal caráter quando utilizada em hibridação.

Para a obtenção de híbridos, as estimativas da CEC têm importante significado genético, tanto no que se refere ao seu sinal quanto à sua magnitude relativa. Baixos valores absolutos de CEC significam que os híbridos F_1 entre os genitores em questão comportaram-se como esperado com base na CGC dos genitores, enquanto altos valores absolutos de CEC demonstram que o comportamento de um cruzamento particular é relativamente superior (CEC positivo) ou inferior (CEC negativo) do que o esperado com base na CGC dos parentais.

As estimativas de CEC (\hat{S}_{ii}), foram negativas para todas as linhagens quanto às características PTF, PMF, CMF e DMF (Tabela 4). A linhagem HTV-10 apresentou-se favorável por deter estimativa positiva e representativa de \hat{g}_i para a característica PTF e representativa de \hat{S}_{ii} para PTF e PMF, podendo ser indicadas para outros programas de melhoramento que visem aumento do potencial produtivo. Os maiores valores para CEC para peso total de fruto foram detectados para HTV-8 x HTV-10 e HTV-11 x HTV-12 (Tabela 4), sugerindo que o uso de seus genitores nos programas de melhoramento poderá gerar linhagens superiores e possíveis cultivares promissoras.

As estimativas da CEC para peso médio do fruto indicam que os híbridos de valores mais elevados e positivos foram HTV-10 x HTV-11 e HTV-11 x HTV-12. O cruzamento que apresentou maior potencial para utilização foi o HTV-8 x HTV-10, pois foi o único com CEC positiva para todos os caracteres, apresentando valores de intermediário a superiores e que se destacou para os caracteres PTF e PMF tornando-o promissor como um híbrido comercial possuindo, além de alto valor para CEC, pelo menos um dos genitores com alto valor de CGC, o que é desejável.

Verificou-se, através do dendrograma obtido com os dados moleculares que a dissimilaridade encontrada entre as linhagens foi considerada baixa, constatando-se que esses materiais se apresentam geneticamente semelhantes. Porém quando comparados com a capacidade combinatória obtida no cruzamento dialélico, pode-se observar algumas incoerências entre os resultados. Isso pode ser decorrente dos seguintes fatores: utilização de oligonucleotídeos não correspondentes a genes expressos, marcador dominante, limitado número de genes responsáveis pela manifestação desses caracteres, e a possibilidade de efeitos epistáticos entre os genes. O que não impede ter como

opção, em programas de melhoramento genético do pimentão, marcadores moleculares incluindo o tipo ISSR. A utilização de outros marcadores, como microssatélites, ou testando um maior número de oligonucleotídeos de ISSR possivelmente poderia permitir uma identificação mais específica da divergência genética entre as linhagens. Entretanto a predição por meio do marcador molecular ISSR utilizado neste estudo, para esses materiais, apresentou baixa precisão, não sendo indicado usá-la como auxílio aos métodos convencionais de estimativa de parâmetros genéticos.

Agradecimentos

Os autores agradecem a HORTIVALE pelo fornecimento de genótipos de pimentão, a CAPES pela bolsa de mestrado e ao CNPq/PADCT pelo apoio no projeto.

Referências

- BLANK AF; SOUZA RJ; GOMES LAA. 1995. *Produção de pimentão em estufa*. Lavras UFLA. 15p. (Boletim 55).
- COLOMBO C; SECOND G; VALLE TL; CHARRIER A. 1998. Genetic diversity characterization of cassava cultivars (*Manihot esculenta* Crantz) with RAPD markers. *Genetics and Molecular Biology* 21: 105-113.
- CRUZ, CD; CARNEIRO, PCS. 2003. *Modelos biométricos aplicados ao Melhoramento Genético*. Viçosa: UFV. 585 p.
- CRUZ. CD. 2001. *Programa genes: versão Windows*. Viçosa: UFV. 648p
- FERREIRA ME; GRATTAPAGLIA D. 1998. *Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética*. Brasília: EMBRAPA-CENARGEM, 220p.
- GOMIDE ML; MALUF WR; GOMES LAA. 2008. Heterose e capacidade de combinatória de linhagens de pimentão (*Capsicum annuum* L.). *Ciência e Agrotecnologia* 32: 740-748
- GONÇALVES LSA; RODRIGUES R; SUDRÉ CP; BENTO CS; MOULIN MM; ARAÚJO ML; DAHER RF; PEREIRA TNS; PEREIRA MG. 2008. Divergência genética em tomate estimada por marcadores RAPD em comparação com descritores multicategóricos. *Horticultura Brasileira* 26: 364-370.
- GOULÃO L; OLIVEIRA CM. 2001. Molecular characterization of cultivars of apple using microsatellite (SSR and ISSR) markers. *Euphytica* 122: 81-89.
- GRIFFING B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal Biological Science* 9: 462-493

- HONGTRAKUL V; HUESTIS GM; KNAPP SJ. 1997. Amplified fragment length polymorphisms as a tool for DNA fingerprinting sunflower germplasm: genetic diversity among oilseed inbred lines. *Theoretical Applied Genetics*. 95: 400-407
- LORENCETTI C; CARVALHO FIF; OLIVEIRA AC; VALÉRIO IP; BENIN G; ZIMMER PD; VIEIRA EA. 2006. Distância genética e sua associação com heterose e desempenho de híbridos em aveia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41: 591-598.
- MESQUITA JCP. 2008. Determinação da heterose e da capacidade geral e específica de combinação para dez características agronômicas em pimentão (*Capsicum annuum* L.). Recife: UFRPE. 52p (Tese mestrado).
- MIRANDA JEC. 1987. *Análise genética de um cruzamento dialélico em pimentão* (*Capsicum annuum* L.). Piracicaba: USP- ESALQ. 159p (Tese Doutorado).
- REDDY MP; SARLA N; SIDDIQ EA. 2002. Inter simple sequence repeat (ISSR) polymorphism and its application in plant breeding. *Euphytica* 128: 9-17
- ROHLF FJ. 2000. *NTSYSpc: numerical taxonomy and multivariate data analysis system*, ver. 2.01. Exeter software: Setauket, New York.
- SILVA LF. 2002. *Heterose e capacidade de combinação em cruzamentos dialélicos parciais de pimentão*. Piracicaba: USP-ESALQ. 82p (Tese Mestrado).
- STEINER MG. 2005. *Caracterização agronômica, molecular e morfológica de acessos de Paspalum notatum Flugge e Paspalum guenoarum Arech*. Porto Alegre: UFRGS. 129p (Tese mestrado).
- TAVARES M. 1993 *Heterose e estimativa de parâmetros genéticos em um cruzamento dialélico de pimentão* (*Capsicum annuum* L.). Lavras: Escola Superior de Agricultura. 87p (Tese Mestrado)
- VALLEJO CFA; CEBALLOS LH; ECHEVERRI AA. 1997. Analisis genetico de una población dialélica de pimenton (*Capsicum annuum* L.). *Acta Agronomica* 4: 25-36.
- YAP IV; NELSON RJ. 1996. *Winboot: a program for performing bootstrap analysis of binary data to determine the confidence limits of UPGMA-based dendrograms*. Manila: IRRI, 22p.

Tabela 1. Oligonucleotídeos de ISSR selecionados, sequência, regiões de bandas reveladas em genótipos de pimentão. Recife, UFRPE, 2009.

Oligonucleotídeo	Seqüência*	Regiões de bandas
UBC 2	GAG AGA GAG AGA GAG AT	16
UBC 808	AGA GAG AGA GAG AGA GC	7
UBC 810	GAG AGA GAG AGA GAG AT	10
UBC 812	GAG AGA GAG AGA GAG AA	8
UBC 813	CTC TCT CTC TCT CTC TT	7
UBC 820	GTG TGT GTG TGT GTG TC	9
UBC 827	ACA CAC ACA CAC ACA CG	7
UBC 834	AGA GAG AGA GAG AGA GYT	4
UBC 849	GTG TGT GTG TGT GTG TYA	7
UBC 855	ACA CAC ACA CAC ACA CYT	4
UBC 860	TGT GTG TGT GTG TGT GRA	5
UBC 864	ATG ATG ATG ATG ATG ATG	7
UBC 866	CTC CTC CTC CTC CTC CTC	4
UBC 868	GAA GAA GAA GAA GAA GAA	9
UBC 879	CTT CAC TTC ACT TCA	4
UBC 881	GGG TGG GGT GGG GTG	7
UBC 884	HBH AGA GAG AGA GAG AG	6
UBC 885	BHB GAG AGA GAG AGA GA	7
UBC 887	DVD TCT CTC TCT CTC CT	6
UBC 890	VHV GTG TGT GTG TGT GT	7
UBC 891	HVH TGT GTG TGT GTG TG	4

*Degeneração de acordo com a IUPAC.

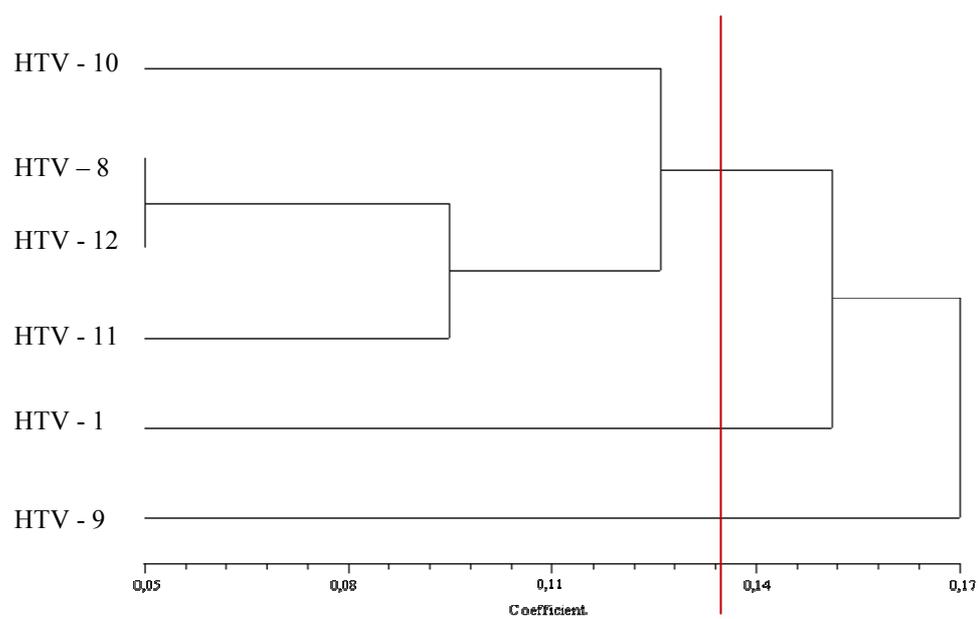


Figura 1. Dissimilaridade genética determinada por marcadores de ISSR entre as linhagens de pimentão HTV-1, HTV-8, HTV-9, HTV-10, HTV-11 e HTV-12 resultante da análise por UPGMA com base no coeficiente genético de Jaccard. Recife, UFRPE, 2009.

Tabela 2. Estimativas dos quadrados médios da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação, média, coeficiente de variação (CV) e herdabilidade (h^2) para oito características de fruto de pimentão. Recife, UFRPE, 2009.

FV	GL	Quadrados Médios ⁽¹⁾							
		PTF	NTF	PMF	CMF	DMF	RCD	NL	EP
Blocos	3	1895949,3	589,2	161,2	61,2	6,8	0,03	0,29	0,69
Tratamentos	20	4056573,2**	935,8**	685,1**	365,5**	49,1**	0,20**	0,30**	0,30
CGC	5	5018842,6**	3031,8**	1704,6**	1076,5**	150,8**	0,70**	0,70**	0,40
CEC	15	3735816,8**	237,1**	345,3**	128,5**	15,2**	0,04**	0,20**	0,20
CGC/CEC	-	1,3	12,8	4,9	8,4	9,9	17,50	3,50	2,00
Resíduo	60	1375571,0	164,1	122,4	50,0	11,0	0,02	0,20	0,50
Média	-	9992,0	95,5	106,0	96,0	57,7	1,6	3,30	4,80
CV(%)	-	11,7	13,4	10,4	7,4	5,7	8,2	15,10	15,70
h^2 (%)	-	66,1	82,5	82,1	86,3	77,6	91,4	48,40	0,00

** P < 0,01

⁽¹⁾ PTF: peso total de frutos em g/parcela; NTF: número total de frutos; PMF: peso médio de frutos em g; CMF: comprimento médio do fruto em mm; DMF: diâmetro médio do fruto em mm; RCD: relação comprimento/diâmetro médio do fruto; NL: Número de lóculos; EP: espessura do pericarpo.

Tabela 3. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) para oito características agronômicas de oito linhagens de pimentão. Recife, UFRPE, 2009.

Linhagens (\hat{g}_i)	Efeitos ⁽¹⁾							
	PTF	NTF	PMF	CMF	DMF	RCD	NL	EP
HTV-1	-360,7	-4,9	0,2	9,4	-3,30	0,30	-0,10	0,03
HTV-8	-273,4	-1,6	-2,3	-2,5	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10
HTV-9	533,7	-6,6	11,4	0,7	2,20	-0,10	0,04	0,04
HTV-10	464,0	19,5	-11,4	-5,2	-1,30	-0,03	0,20	0,10
HTV-11	-100,8	-3,8	1,1	-5,9	2,50	-0,02	-0,10	-0,20
HTV-12	-262,8	-2,7	1,1	3,5	0,04	0,10	0,20	0,07
DP(Gi – Gj)	293,2	3,2	2,8	1,8	0,80	0,03	0,10	0,20

⁽¹⁾ PTF: peso total de frutos em g; NTF: número total de frutos; PMF: peso médio de frutos em g; CMF: comprimento médio do fruto em mm; DMF: diâmetro médio do fruto em mm; RCD: relação comprimento/diâmetro médio de fruto; NL: Número de lóculos; EP: espessura do pericarpo.

Tabela 4. Estimativa dos efeitos da capacidade específica de combinação (\hat{S}_{ii} e \hat{S}_{ij}) para oito características agronômicas de pimentão. Recife, UFRPE, 2009.

Efeito (\hat{S}_{ii} e \hat{S}_{ij})	Características avaliadas ⁽¹⁾							
	PTF	NTF	PMF	CMF	DMF	RCD	NL	EP
HTV-1	-224,4	5,30	-10,8	-10,3	-1,20	-0,16	0,06	0,26
HTV-8	-1281,2	-0,10	-12,0	-5,3	-1,70	-0,01	0,16	0,14
HTV-9	-125,7	9,10	-7,0	-3,5	-0,70	0,009	0,13	0,15
HTV-10	-1137,5	3,90	-12,5	-6,8	-2,90	-0,07	0,01	0,06
HTV-11	-910,4	8,40	-15,3	-7,1	-2,40	-0,01	-0,10	-0,19
HTV-12	-580,5	-2,60	-5,7	-2,8	-1,60	-0,03	-0,25	-0,04
HTV-1 x HTV-8	144,6	-2,50	5,1	3,1	1,10	0,03	-0,22	-0,19
HTV-1 x HTV-9	88,7	-6,50	7,7	-1,4	0,10	-0,11	-0,15	-0,15
HTV-1 x HTV-10	433,4	0,07	5,2	5,1	0,90	0,10	0,06	-0,22
HTV-1 x HTV-11	230,7	-3,80	5,7	5,5	-0,01	0,08	0,21	0,22
HTV-1 x HTV-12	-448,6	2,30	-1,9	8,4	0,30	-0,22	-0,02	-0,18
HTV-8 x HTV-9	-218,5	-7,10	6,3	1,3	1,40	-0,02	-0,41	-0,44
HTV-8 x HTV-10	2007,4	11,20	5,4	2,8	1,70	0,02	0,12	0,21
HTV-8 x HTV-11	-159,0	0,10	1,7	1,7	-0,00	0,12	-0,04	-0,11
HTV-8 x HTV-12	787,9	-1,50	5,6	1,7	-0,80	-0,02	0,22	0,25
HTV-9 x HTV-10	306,5	-4,20	4,7	2,9	1,50	0,04	0,21	0,20
HTV-9 x HTV-11	980,1	2,90	1,8	7,1	-1,70	0,11	0,10	0,10
HTV-9 x HTV-12	-905,4	-3,20	-6,6	-2,9	0,04	-0,04	-0,01	-0,02
HTV-10 x HTV-11	-715,2	-19,20	8,5	2,2	2,20	-0,50	-0,38	-0,09
HTV-10 x HTV-12	243,0	4,40	1,4	0,7	-0,60	0,03	-0,01	-0,23
HTV-11 x HTV-12	1484,1	3,30	12,9	-2,1	4,20	-0,13	0,32	0,26

⁽¹⁾ PTF: peso total de frutos em g; NTF: número total de frutos; PMF: peso médio de frutos em g; CMF: comprimento médio do fruto em mm; DMF: diâmetro médio do fruto em mm; RCD: relação comprimento/diâmetro de fruto; NL: Número de lóculos; EP: espessura do pericarpo.

ANEXOS

Tabela 1. Composição da solução nutritiva. Recife, UFRPE, 2009.

Idade das plantas:	Mudas até 30 dias	30 a 60 dias	Após 60 dias
Fertilizantes	CE 1,0 mS.cm ⁻¹ (g / 1000L)	CE 2,0 mS.cm ⁻¹ (g / 1000L)	CE 2,5 mS.cm ⁻¹ (g / 1000L)
Nitrato de Cálcio	430	640	640
Nitrato de Potássio	250	580	580
MKP	100	190	190
Sulfato de Magnésio	280	420	420
Quelatec A/Z	20	40	40
Cloreto de Potássio	-	-	110
Sulfato de Potássio	-	-	110

Tabela 2. Matriz de dissimilaridade genética entre seis acessos de pimentão. Recife, UFRPE, 2009.

	HTV-1	HTV-8	HTV-9	HTV-10	HTV-11	HTV-12
HTV-1	1,0000000					
HTV-8	0,1363636	1,0000000				
HTV-9	0,1692308	0,1612903	1,0000000			
HTV-10	0,1562500	0,1166667	0,1525433	1,0000000		
HTV-11	0,1764706	0,0806452	0,2031250	0,1311475	1,0000000	
HTV-12	0,1212121	0,0491803	0,1451613	0,1311475	0,0952381	1,0000000

Tabela 3. Híbridos F₁ obtidos em um cruzamento no esquema dialélico parcial (6 x 6). Recife, UFRPE, 2009.

	(1)HTV-1	(2)HTV-8	(3)HTV-9	(4)HTV-10	(5)HTV-11	(6)HTV-12
(1) HTV-1	-	1 x 2	1 x 3	1 x 4	1 x 5	1 x 6
(2) HTV-8		-	2 x 3	2 x 4	2 x 5	2 x 6
(3) HTV-9			-	3 x 4	3 x 5	3 x 6
(4) HTV-10				-	4 x 5	4 x 6
(5) HTV-11					-	5 x 6
(6) HTV-12						-

NORMAS DA REVISTA HORTICULTURA BRASILEIRA

normas para publicação / instructions to authors

NORMAS PARA PREPARAÇÃO E SUBMISSÃO DE TRABALHOS

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

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

O periódico *Horticultura Brasileira* é composto das seguintes seções:

1. **Artigo convidado:** tópico de interesse atual, a convite da Comissão Editorial;
2. **Carta ao Editor:** assunto de interesse geral. Será publicada a critério da Comissão Editorial que poderá, ainda, submetê-la ao processo de revisão;
3. **Pesquisa:** artigo relatando informações provenientes de resultados originais de pesquisa obtidos por meio de aplicação rigorosa de metodologia científica, cuja reprodutibilidade é claramente demonstrada;
4. **Comunicação Científica:** comunicação ou nota científica relatando informações originais resultantes de observações de campo ou provenientes de experimentos menos complexos, realizados com aplicação rigorosa de metodologia científica, cuja reprodutibilidade é claramente demonstrada;
5. **Página do Horticultor:** trabalho original referente a resultados de utilização imediata pelo setor produtivo como, por exemplo, ensaios originais com agrotóxicos, fertilizantes ou competição de cultivares, realizados com aplicação rigorosa de metodologia científica, cuja reprodutibilidade é claramente demonstrada;

GUIDELINES FOR PREPARATION AND SUBMISSION OF PAPERS

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

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

Horticultura Brasileira has the following sections:

1. **Invited paper:** papers dealing with topics that arouse interest, invited by the Editorial Board;
2. **Letter to the Editor:** deals with a subject of general interest. The Editorial Board makes a preliminary evaluation and can accept or reject it, as well as submit it to the reviewing process;
3. **Research:** paper describing an original study, carried out under strict scientific methods. The reproducibility of studies should be clearly demonstrated;
4. **Scientific Communication:** communication or scientific note, reporting field observations or results of less complex original studies, carried out under strict scientific methods. The reproducibility of studies should be clearly demonstrated;
5. **Grower's page:** original communication or short note describing information readily usable by farmers, as for example, results from studies regarding the evaluation of pesticides or fertilizers, or cultivar comparative performance. Such studies must have been carried out under strict scientific methods and their reproducibility should be clearly demonstrated;
6. **New Cultivar:** communications or scientific notes reporting recent cultivar and germplasm release. It must

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

Submissão dos trabalhos

O texto deve ser composto em programa Word 6.0 ou versão superior, em espaço 1,5, fonte Times New Roman, tamanho doze. Páginas e linhas devem ser numeradas. Adicione ao final do texto todos os demais componentes do trabalho (figuras, tabelas e gráficos). Formate o arquivo para página A₄ e toda as margens para 3 cm, imprima e envie uma cópia. Inclua também um CD contendo o arquivo do trabalho. Imagens de baixa resolução não serão aceitas. Os trabalhos deverão ter no máximo 16 laudas (36.000 caracteres, excluindo os espaços). Se forem necessárias orientações quaisquer que não estejam relacionadas aqui, entre em contato com a Comissão Editorial ou consulte os últimos números de Horticultura Brasileira.

Os trabalhos submetidos entrarão em tramitação somente se:

1. estiverem acompanhados da anuência de todos os autores, que devem assinar a carta de encaminhamento ou a primeira página do trabalho. Caso um ou mais autores não possa(m) assinar, a razão deve ser mencionada na carta de encaminhamento. Neste caso, o autor correspondente deverá se responsabilizar pela(s) anuência(s) faltante(s). Mensagens eletrônicas da anuência ou cópias gráficas destas serão aceitas, desde que indubitavelmente enviadas da conta eletrônica de quem as concedeu;

2. estiverem em total acordo com estas normas;

3. forem considerados aptos para tramitação pelo Editor Associado.

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

A estrutura dos artigos obedecerá ao seguinte roteiro:

1. **Título:** limitado a 15 palavras ou 90 caracteres, excluindo os espaços. Utilize nomes científicos somente quando as espécies em questão não possuírem nomes comuns no idioma utilizado no trabalho;

2. **Nome dos autores:** nome(s) próprio(s) completo(s) do(s) autor(es). Abrevie somente o(s) sobrenome(s) intermediário(s). Por exemplo, José Maria Fontana Cardoso, deve aparecer como José Maria F Cardoso. Utilize números super-escritos para relacionar autor(es) e endereço(s). Observe o padrão nos números mais recentes de Horticultura Brasileira;

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

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

include information on origin, description, seed availability, and comparative data.

Manuscript submission

Prepare your text in Word® 6.0 or superior, in 1,5 space, font Times New Roman 12 points, with pages and lines numbered. Add images, figures, tables, and charts to the end of your text and compile all files (text, figures, tables, and charts) in a single document. Format the document for A₄ page, 3-cm margins. Print and submit. Send along a CD-ROM containing a copy of the file. Low-resolution images are not adequate for publication. The file must not exceed 16 pages (36,000 characters, excluding spaces). If further information is needed, please contact the Editorial Board or refer to recently released issues.

A paper will be eligible for the reviewing process if:

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

2. in full compliance to these guidelines;

3. the Associate Editor considered it adequate for peer reviewing.

When accepted for reviewing, the corresponding author will receive an e-mail alert with instructions for paying the processing fee (US \$ 30.00; E \$ 20.00, when first author is affiliated to ABH and has no debts with it) or the broad processing fee (US \$ 150.00; E \$ 100.00) when first author is not affiliated. Rejected papers will not be returned to the author(s).

Papers published in Horticultura Brasileira have the following format:

1. **Title:** limited to 15 words or 90 characters, excluding spaces. Use scientific names for the species the paper is dealing with only when there is no common name in the idiom used in the paper;

2. **Name of authors:** Author(s) name(s) in full. Abbreviate only middle family names. Do not abbreviate Christian names. For example, Anne Marie Sullivan Radford should appear as Anne Marie S Radford. Use superscript numbers to relate authors to addresses. Please refer the most recent issues of Horticultura Brasileira for formatting;

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

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

5. **Abstract, title, and keywords in Portuguese or Spanish:** abstract, title, and keywords in Portuguese or Spanish

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

6. **Introdução**

7. **Material e Métodos**

8. **Resultados e Discussão**

9. **Agradecimentos**, quando for o caso;

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

11. **Figuras, quadros e tabelas:** o limite para figuras, quadros e tabelas é três para cada categoria, com limite total de cinco. Casos excepcionais serão considerados. Para tanto, solicita-se que os autores apresentem suas razões na carta de submissão. Assegure-se de que figuras, quadros e tabelas não são redundantes. Enunciados e notas de rodapé devem ser bilíngües. Os enunciados devem terminar sempre indicando, nesta ordem, o local, instituição responsável e o ano de realização do trabalho.

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

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

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

a) **Periódico**

MADEIRANR; TELXEIRA JB; ARIMURA CT; JUNQUEIRA CS. 2005. Influência da concentração de BAP e AG₃ no desenvolvimento *in vitro* de mandioquinha-salsa. *Horticultura Brasileira* 23: 982-985.

b) **Livro**

FILGUEIRA FAR. 2000. *Novo manual de olericultura*. Viçosa:

must be adequate versions of their similar in English. Horticultura Brasileira will provide Portuguese versions for non-Portuguese speaking authors;

6. **Introduction;**

7. **Material and Methods;**

8. **Results and Discussion;**

9. **Acknowledgements**, when applicable;

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

11. **Figures and tables:** the limit for tables, figures, and charts is three for each, with a total limit of five. Exceptional cases will be considered, regarding that authors state their reasons at the submission letter. Please, make sure that tables, figures, and charts are not redundant. Titles and footnotes must be bilingual. Titles should always be finished by presenting, in this sequence, place, responsible institution, and year(s) of data gathering.

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

Bibliographic references within the text should be cited as (Resende & Costa, 2005). When there are more than two authors, abbreviate the Latin expression *et alli*, in italics, as follows: (Melo Filho *et al.*, 2005). References to studies done by the same authors in the same year should be distinguished in the text and in the list of References by the letters a, b, etc., as for example: 1997a, 1997b. In citations involving more than one paper from the same author(s) published in different years, separate years with commas: (Inoue-Nagata *et al.*, 2003, 2004). When citing papers in tandem in the text, sort them chronologically.

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

a) **Journal**

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

b) **Book**

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

c) **Book chapter**

ATKINSON D. 2000. Root characteristics: why and what to measure? In: SMIT AL; BENGOUGHAG; ENGELS C; van

UFV.402p.

c) Capítulo de livro

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

d) Tese

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

e) Trabalhos completos apresentados em congressos (quando não incluídos em periódicos. Mantenha a citação de trabalhos apresentados em congresso ao mínimo possível).

Anais

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

CD-ROM

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

f) Trabalhos apresentados em meio eletrônico:

Periódico

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

Trabalhos completos apresentados em congresso (mantenha a citação de trabalhos apresentados em congressos ao mínimo possível)

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

Sítios eletrônicos

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

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

Processo de tramitação

Os artigos serão submetidos à Comissão Editorial, que fará uma avaliação preliminar (escopo do trabalho, atendimento às normas de publicação, qualidade técnica e qualidade do texto). A decisão da Comissão Editorial (adequado para tramitação, ou não adequado) será comunicada ao autor de

NORDWIJK M; PELLERIN S; van de GELIN SC (eds). *Root methods: a handbook*. Berlin: Springer-Verlag. p. 1-32.

d) Thesis

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

e) Full papers presented in conferences (when not included in referred journals. Avoid as much as possible citing papers presented in conferences)

Proceedings

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

CD-ROM

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

f) Papers published in electronic media

Journal

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

Full papers presented in conferences (Avoid as much as possible citing papers presented in conferences)

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

Electronic Sites

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

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

The reviewing process

Manuscripts are submitted to the Editorial Board for a preliminary evaluation (scope, adherence to the publication guidelines, technical quality, and command of language). The Editorial Board decision (adequate for reviewing, not adequate) will be e-mailed to the correspondence author. If modifications are needed, the author may submit a new version. If the manuscript is adequate for reviewing, the Editorial Board forwards it to at least two *ad hoc* reviewers of the specific research area. As soon as they evaluate the manuscript, it is sent to a related Scientific Editor. The Scientific Editor analyzes the manuscript and forwards it back to the Editorial Board, (1) recommending for

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

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

Idioma de publicação

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

Cobrança por página publicada

Não é cobrada nenhuma taxa por página até a quinta página publicada. A partir da sexta página, inclusive, cobra-se uma taxa por página no valor de R\$ 150,00.

Os originais devem ser enviados para:

Horticultura Brasileira
Caixa Postal 190
70.359-970 Brasília – DF
Tel.: (0xx61) 3385-9088/9049
Fax: (0xx61) 3556-5744
E-mail: hortbras@cnph.embrapa.br

publication, (2) suggesting modifications or (3) do not recommending for publication. In situations 1 and 3, the manuscript is reviewed by the Associate Editor, who holds the responsibility for the final decision. In situation 2, the manuscript is returned to the author(s), who, based on the suggestions, produces a new version, which is forwarded to the Editorial Board. Following, the Scientific Editor checks the new version and recommend or not for publication. In both cases, it is sent to the Associate Editor, for the final decision. The Editorial Board informs authors about the final decision.

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

The publishing idiom

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

Page charge

Authors are not charged by page up to the 5th printed page. From the 6th page ahead, page charge is US \$ 75.00, E \$ 50.00 per page.

Manuscripts should be addressed to:

Horticultura Brasileira
Caixa Postal 190
70.359-970 Brasília – DF
Brazil
Tel.: 00 55 (61) 3385-9049/9088
Fax: 00 55 (61) 3556-5744
E-mail: hortbras@cnph.embrapa.br

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

Associação Brasileira de Horticultura

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

Associação Brasileira de Horticultura
IAC - Centro de Horticultura
Caixa Postal 28
13.012-970 Campinas – SP
Tel/Fax: (0xx19) 3241 5188 ramal 374
E-mail: abh@iac.sp.gov.br

IAC - Centro de Horticultura
Caixa Postal 28
13.012-970 Campinas – SP
Brazil
Tel/Fax: 00 55 (19) 3241-5188 extension 374
E-mail: abh@iac.sp.gov.br

CORRESPONDÊNCIA DE RECEBIMENTO DO TRABALHO

Comissão Editorial
C. Postal 190
70351-970, Brasília-DF

horticultura
brasileira

Revista da
Associação Brasileira de Horticultura

e-mail: hortbras@cnph.embrapa.br Fax: (61) 3556 5744, Tel.: (61) 3385-9088/3385-9049

Ilmo. Sr. Dr.
Adônis Queiroz Mendes
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Av. Dom Manoel de Medeiros, s/nº
52171-900 Recife-PE
adonls@agronomo.eng.br

Prezado Senhor,

Declara-se para os devidos fins, que o trabalho intitulado “**Divergência genética e capacidade de combinação de linhagens de pimentão**”, de autoria de Adônis Queiroz Mendes, Dimas Menezes, Luciane Vilela Resende, Cláudio J. Dias Silva, José Carlos da Costa, Fábio Leal Santos e Júlio Carlos Polimeni de Mesquita; foi recebido para tramitação na secretaria de revista Horticultura Brasileira.

Brasília, 08 de outubro de 2009

Comissão Editorial
Revista Horticultura Brasileira
C. Postal 190
70359-970 Brasília - DF
Fone: 61 3385 9088 Fax: 61 3556 5744
hortbras@cnph.embrapa.br
hortbras@gmail.com
CGC 00.349.563/0001-90