

**IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA E DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM PIMENTAS DO
GÊNERO *Capsicum* spp.**

ELIANE RODRIGUES MONTEIRO

TERESINA

Estado do Piauí - Brasil

Julho - 2008

**IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA E DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM PIMENTAS DO
GÊNERO *Capsicum* spp.**

ELIANE RODRIGUES MONTEIRO

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí para obtenção do Título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

TERESINA

Estado do Piauí - Brasil

Julho - 2008

M775

Monteiro, Eliane Rodrigues

Identificação botânica e divergência genética em pimentas do gênero *Capsicum* spp. / Eliane Rodrigues Monteiro – Teresina: EDUFPI, 2008.
66f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí
2008.

Orientadora: Pr^a.Dr^a Ângela Celis de Almeida Lopes

1. Pimentas (Botânica) 2. Recursos genéticos vegetais
3. Morfologia. 4. Análise multivariada. I.Título

CDD 583.79

**IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA E DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM PIMENTAS DO
GÊNERO *Capsicum* spp.**

ELIANE RODRIGUES MONTEIRO

Bióloga

Orientadora: Profa. Dra. Ângela Celis de Almeida Lopes

Co-Orientadora: Profa. Dra. Regina Lucia Ferreira Gomes

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí para obtenção do Título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

TERESINA

Estado do Piauí - Brasil

Julho - 2008

**IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA E DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM PIMENTAS DO
GÊNERO *Capsicum* spp.**

ELIANE RODRIGUES MONTEIRO

Aprovado em: 02/05/2008

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Derly José Henriques da Silva
Departamento de Fitotecnia/CCA/UFV

Prof. Dr. Sérgio Emílio dos Santos Valente
Departamento de Biologia/CCN/UFPI

Profa. Dra. Ângela Celis de Almeida Lopes
Departamento de Biologia/CCN/UFPI - Orientadora

“A sabedoria não é um produto da escolaridade, mas da tentativa, ao longo de uma vida, para obtê-la”

Albert Einstein

“O senhor é meu pastor, nada me falta. Em verdes prados me faz descansar. Para fontes tranqüilas me conduz e restaura as minhas forças, reconforta a minha alma, guia-me pelos caminhos retos, por amor de seu nome, mesmo que eu atravesse os vales sombrios, nenhum mal temerei porque estais comigo”.

Salmo 23

*Aos meus pais José de Ribamar Monteiro e Maria dos
Remédios Rodrigues Monteiro e meus irmãos Nilvan, Gilvan e
Júnior.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e por mais essa conquista;

À Universidade Federal do Piauí, pela oportunidade de realização do curso;

Às Professoras Ângela Celis de Almeida Lopes e Regina Lucia Ferreira Gomes, pelas orientações, apoio, dedicação e bons momentos de convivência;

Ao professor Edson Basílio Soares, pelo entusiasmo e ajuda na multiplicação das sub-amostras de pimenta;

Ao professor Sérgio Emílio dos Santos Valente, pelo apoio e atenção dispensada;

Aos professores Francisco Ednaldo Pinto Mouzinho (UFPI/CCA) e Carlos Humberto Aires (Embrapa Meio Norte), pelo acompanhamento do sistema de irrigação;

Aos Engenheiros Agrônomos Oséas Pereira Prestes Filho (Superintendência do Desenvolvimento Rural) e Alonso Lamas (Ministério da Agricultura), pelas orientações sobre o cultivo;

Aos professores Paulo Roberto Santos Carvalho e Eulália Maria Sousa Carvalho pelo auxílio nos tratos culturais;

Aos professores José Carvalho Cordeiro e Ademir Sérgio Ferreira Araújo pela ajuda nas análises de solo;

Ao pesquisador Luciano de Bem Bianchetti (CENARGEN), pelos esclarecimentos quanto à classificação taxonômica das espécies e envio de catálogos de pesquisas;

Ao professor Derly José Henriques da Silva (UFV), pelas recomendações quanto à instalação do experimento em campo;

Aos colegas do Laboratório de Recursos Genéticos Vegetais: Ana Clara Meireles, Raimundo Nonato Silva, Aline Teixeira, Sílvia Cléia, Fabiana Veloso, Dogival Cavalcante, Michely Sousa, Janete Martins, Iradênia Sousa, Ítalo Franquel, pela rica experiência de convivência em grupo.

Aos amigos Jardel Oliveira, Eva Costa, e Ethyenne Moraes, pelo companheirismo, disponibilidade e momentos de descontração;

Aos colegas dos departamentos de Biologia e Agronomia: Richarly Santos, Verônica Brito, Tancredo Sousa, Leane Fialho, Gercileide Machado, Eveline Silva, Cristiana Araújo, Natália Soares, Fátima Barbosa, Waldima, pela prestatividade e ajuda na coleta dos dados;

Aos colegas da Embrapa Meio Norte: Michely Ferreira, Ísis Gomes, Adilana Soares, Geice Ribeiro, Cíntia Clementino, Sulimery Oliveira, Glícia Almeida, Joubert Borges e ao pesquisador Dr. Paulo Sarmanho da Costa Lima, pelos conhecimentos transmitidos e agradável convivência;

Aos colegas do TROPEN (UFPI), Helanny Trajano e Anderson Alencar, pela confiança e amizade;

À professora Roseli Melo de Barros (UFPI/CCN) e a colega Maria de Jesus Passos, pelas dicas na elaboração da dissertação;

Aos colegas do mestrado: Raimundo Benvindo, Ocimar Alencar, Gilson Portela, Antônio Luís Galvão, Fabrício Brito, Romel Castelo Branco, Válber, Tadeu, Elpídio, Mércia Rego, pela boa convivência durante o curso e especialmente à colega Solranny Cavalcante, pela ajuda nas atividades de campo e na utilização do programa Genes;

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGA), pelos ensinamentos transmitidos; em especial, à professora Maria da Conceição Prado de Oliveira, por disponibilizar espaço físico para a conservação dos frutos e sementes coletados;

Ao coordenador do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGA), José Airton Rodrigues Nunes, pela ajuda na análise estatística;

À colega Socorro Veras, pelo apoio e gentileza na prestação de serviços de saúde;

Às minhas estimadas amigas: Izaurina Machado, Marciana Silveira, Mafra Silveira, Patrícia Cardoso, Socorro Sampaio, Iciene Clímaco, Suzane Fialho, Cláudia Paranaguá e aos amigos: Maxwell Silveira e Inácio Gonzaga, pela confiança, entusiasmo, apoio e companheirismo em todos os momentos;

A todos os meus familiares, especialmente, meu pai, minha mãe, meus irmãos, cunhada e sobrinho pela colaboração e estímulo;

Ao secretário do PPGA, Vicente de Sousa Paulo pela prontidão, e aos demais funcionários que direta ou indiretamente contribuíram com esse trabalho;

Finalmente, a todas as pessoas que de algum modo contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO GERAL	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. Importância econômica do gênero <i>Capsicum</i>	13
2.2. Taxonomia do gênero <i>Capsicum</i>	14
2.3. Recursos Genéticos Vegetais e Conservação ex situ de Germoplasma de <i>Capsicum</i>	17
2.4. Caracterização do germoplasma de pimentas do gênero <i>Capsicum</i>	18
2.5. Análise multivariada no estudo da divergência genética	20
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
4. CAPÍTULO I. IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA DE GERMOPLASMA DE PIMENTAS DO GÊNERO <i>Capsicum</i> spp	
4.1. RESUMO	28
4.2. ABSTRACT	28
4.3. INTRODUÇÃO	29
4.4. MATERIAL E MÉTODOS	30
4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
5. CAPÍTULO II. DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ESPÉCIES DE PIMENTAS DO GÊNERO <i>Capsicum</i> spp	
5.1. RESUMO.....	41
5.2. ABSTRACT	41
5.3. INTRODUÇÃO	42
5.4. MATERIAL E MÉTODOS	43
5.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
6. CONCLUSÕES GERAIS	58
ANEXO	59

IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA E DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM PIMENTAS DO GÊNERO *Capsicum* spp.

Autor: Eliane Rodrigues Monteiro

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ângela Celis de Almeida Lopes

Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Regina Lucia Ferreira Gomes

RESUMO

Objetivou-se realizar a identificação botânica de 40 sub-amostras da coleção de germoplasma de *Capsicum* da Universidade Federal do Piauí e avaliar a divergência genética entre elas. Dentre as sub-amostras caracterizadas, 38 foram identificadas por meio de duas chaves morfológicas de identificação como pertencendo a variedades de quatro espécies cultivadas de *Capsicum*, sendo 19 *C. chinense* Jacq; duas *C. frutescens* L.; quatro *C. annuum* var. *annuum* L.; quatro, *C. annuum* L. var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill; duas *C. baccatum* var. *baccatum* L. e sete, *C. baccatum* L. var. *pendulum* (Willd) Eshbaugh. Por meio das funções discriminantes de Anderson 89,47% das sub-amostras foram classificadas corretamente nas espécies e variedades botânicas estudadas. Pelo método de Tocher houve distinção das quatro espécies cultivadas de *Capsicum*. O estudo de divergência genética entre 23 sub-amostras previamente identificadas, foi baseado em 26 descritores morfoagronômicos e técnicas multivariadas. Os agrupamentos baseados em descritores quantitativos foram eficientes na diferenciação de cada sub-amostra, enquanto aqueles obtidos com o uso de descritores qualitativos multicategóricos reuniram as sub-amostras conforme a espécie botânica. As sub-amostras são divergentes para todos os descritores avaliados, com frutos de várias cores, formatos e tamanhos.

Palavras-chave: Chaves morfológicas de identificação, coleção de germoplasma, técnicas multivariadas.

BOTANICAL IDENTIFICATION AND GENETIC DIVERGENCE OF GENUS *Capsicum* spp. PEPPERS

Author: Eliane Rodrigues Monteiro

Adviser: Prof^a. Dr^a. Ângela Celis de Almeida Lopes

Co-Adviser: Prof^a. Dr^a. Regina Lucia Ferreira Gomes

ABSTRACT

This study aimed to identify 40 samples of the collection of *Capsicum* germplasm from the Universidade Federal do Piauí and to evaluate genetic divergence among them. Through two morphological identification keys, 38 samples were identified in varieties belong to four cultivated species of *Capsicum*, consisting of 19 *C. chinense* Jacq., 2 *C. frutescens* L., 4 *C. annuum* var. *annuum* L., 4 *C. annuum* L. var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill, 2 *C. baccatum* var. *baccatum* L. and 7 *C. baccatum* L. var. *pendulum* (Willd) Eshbaugh. The functions of Anderson's discriminant analysis classified correctly 89.47% of samples in the species and varieties botanical studied. The four cultivated species of *Capsicum* were distinguished by Tocher's method. For the study of genetic divergence among 23 samples previously identified, 26 morphological and agronomic descriptors and multivariate techniques were used. The cluster analyses based in quantitative descriptors were effective in differentiating samples. On the other hand, the clusters formed through qualitative multicategoric descriptors showed great potential in uniting the samples as according to botanical species. The samples are divergent for all evaluated descriptors, presenting fruit with a range of colors, shapes and sizes.

Key words: Germplasm collection, morphological identification keys, multivariate techniques.

1. INTRODUÇÃO GERAL

As pimentas são todas as espécies e variedades do gênero *Capsicum* com frutos geralmente menores que os pimentões, com diferentes formatos, frequentemente de paladar pungente, embora existam pimentas doces (CARVALHO et al., 2003). *Capsicum* pode ser associado à medicina tradicional humana, ao combate de enfermidades em criações domésticas, entretanto é mais fortemente relacionado a produtos condimentares, devido aos alcalóides (capsaicinóides) contidos em seus frutos. Além disso, as pimentas deste gênero também são excelentes fontes de β -caroteno, vitaminas A e C (BARBOSA et al., 2002). Em alguns casos elas são utilizadas como ornamentais, em razão da folhagem variegada, do porte anão e dos frutos com diferentes cores no processo de maturação (CARVALHO et al., 2003).

O cultivo de pimenta no Brasil é de grande importância, tanto pelas características de rentabilidade, principalmente quando o produtor agrega valor ao produto, quanto pela importância social, por empregar elevada mão de obra (RUFINO; PENTEADO, 2006).

Dentre as dezenas de espécies de *Capsicum* encontradas e descritas, cinco destacam-se: *Capsicum annuum* L., *Capsicum chinense* Jacq., *Capsicum frutescens* L., *Capsicum baccatum* L. e *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. *Capsicum annuum* é a espécie mais cultivada e inclui as variedades mais comuns do gênero, como pimentões, pimentas doces e algumas ornamentais. As *Capsicum baccatum*, representadas pelas pimentas dedo-de-moça e chapéu-de-frade, são os tipos mais comuns e cultivados dessa espécie no Brasil. *Capsicum chinense*, a mais brasileira das domesticadas, tem como tipos mais conhecidos, pimenta-de-cheiro, pimenta-de-bode e murici. *Capsicum frutescens* inclui as famosas pimentas malaguetas, que são extremamente picantes. *C. pubescens* não é cultivada no Brasil e é pouco conhecida no país (REIIFSCHNEIDER, 2000).

O germoplasma de *Capsicum* pode ser preservado *ex situ*, ou seja, fora do ambiente de ocorrência natural, estando imediatamente mais acessível (VOTAVA et al., 2002). De acordo com Lopes (2002), as coleções de *Capsicum* existentes no país necessitam de enriquecimento, caracterização genética e organização dos dados.

Os dados sobre divergência genética ao nível de coleção de germoplasma, podem aumentar a eficiência de esforços de melhoramento para a cultura (GELETA et al., 2005). De acordo com Cruz (2001) Esta divergência pode ser avaliada a partir de características agrônômicas, morfológicas, moleculares, dentre outras. As informações múltiplas de cada cultivar são expressas em medidas de dissimilaridade, que representam a diversidade que há no conjunto de acessos estudados.

Considerando a importância da caracterização para as coleções de germoplasma, objetivou-se realizar a identificação botânica de 40 sub-amostras do banco ativo de germoplasma de *Capsicum* da Universidade Federal do Piauí (BAGC-UFPI) e avaliar a divergência genética com base em 26 descritores qualitativos e quantitativos sugeridos pelo *International Plant Genetic Resources Institute* (IPGRI, 1995) em diferentes técnicas de análise multivariada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância econômica do gênero *Capsicum*

As pimentas do gênero *Capsicum* são amplamente cultivadas no mundo, sendo utilizadas como matéria-prima para as indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética (YAMAMOTO; NAWATA, 2005; BENTO et al., 2007).

As pimentas são de grande importância agrícola, utilizados como constituintes de saladas e temperos. Países latino-americanos, como Peru e México, são reconhecidos pela utilização destes frutos em sua culinária tradicional (TOFANELLI et al., 2003). No Japão, um produto especial chamado *koregusu* é feito pelo embebedimento de frutos maduros de *C. frutescens* em *shochu*, sendo este usado para dar sabor a macarrão e outros alimentos. Os frutos maduros e às vezes imaturos de *C. frutescens* substituem a planta *Wasabia japonica* (Miq.) Matsum, sendo misturados a um molho de soja, que é usado para se comer com peixe cru (YAMAMOTO; NAWATA, 2005).

As pimentas são especiais para a produção de condimentos, devido a características como cor dos frutos e princípios ativos, que lhes conferem aroma e sabor. Do ponto de vista social, o agronegócio de pimenta tem importância, principalmente, em função de requerer grande quantidade de mão-de-obra, em especial durante a colheita. Além disso, o mercado de pimenta abrange a comercialização de frutos para consumo *in natura* e conservas caseiras até a exportação de páprica, pó de pimentão ou pimenta doce madura vermelha. Os frutos de pimentas picantes podem ser desidratados e comercializados inteiros, em flocos (calabresa) e em pó (páprica picante) ou, ainda, em conservas e em molhos líquidos (MOREIRA, 2006).

As pimenteiras também estão sendo utilizadas como plantas ornamentais, em razão da folhagem variegada, do porte anão e dos frutos com diferentes cores no processo de maturação (MOREIRA, 2006).

No mundo, de toda a área cultivada com pimentas, aproximadamente 89% estão no Continente Asiático, com as principais áreas de cultivo localizadas na Índia, Coreia, Tailândia, China, Vietnã, Srilanka e Indonésia. Os Estados Unidos e o México respondem por cerca de 7% do total mundial e por último, 4% da área

cultivada está nos países da Europa, África e Oriente Médio (RUFINO; PENTEADO, 2006).

No Brasil, a produção de pimenta vem crescendo muito nos últimos anos, com cultivos em regiões de clima subtropical como no Sul, ou tropical como no Norte e Nordeste. Os principais Estados produtores são Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará e Rio Grande do Sul (RUFINO; PENTEADO, 2006). Segundo dados do Ministério da Agricultura, o volume das exportações brasileiras atingiu 38.424 t em 2005. Em contrapartida, as importações foram de 363 t, beneficiando assim a balança comercial brasileira.

Tem aumentado a demanda por novas cultivares que associem resistência às pragas e doenças, qualidade e produtividade, sobretudo para atender o processamento industrial (BENTO, 2007). Um exemplo disso ocorre no Ceará, com a empresa Agropecuária Avaí 956, que desde 1998, vem trabalhando na produção e beneficiamento da polpa de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) destinada a exportação para o mercado norte-americano (AGROINDÚSTRIA TROPICAL, 2001).

Em um levantamento realizado por Barbosa et al. (2002) sobre as pimentas do gênero *Capsicum* cultivadas no Estado de Roraima, constatou-se que as pimentas denominadas como “de cheiro” (*Capsicum chinense*), possuidoras de baixa a média pungência, foram as que apresentaram o maior potencial comercial entre todos os morfotipos locais. Esse tipo de pimenta também apresenta uma grande preferência de consumo no município de Teresina (PI), pois de acordo com a Superintendência do Desenvolvimento Rural do Piauí, há predomínio das mesmas nas hortas comunitárias e mercados da cidade. No entanto tem-se observado um crescente interesse por outros tipos.

2.2 Taxonomia do gênero *Capsicum*

Ainda não há consenso quanto ao número de espécies classificadas de acordo com o nível de domesticação. Foram mencionadas 20 espécies (CARVALHO et al. 2003), aproximadamente 25 espécies (ESHBAUGH, 1993) e cerca de 33 espécies (REIIFSCHNEIDER, 2000). Mas no que se refere às espécies domesticadas, Reifschneider (2000) e Pikergill (1997) concordaram ao afirmar a existência de cinco, que são: *Capsicum annum* L., *Capsicum chinense* Jacq., *Capsicum frutescens* L., *Capsicum baccatum* L. e *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. Essas cinco espécies formam três complexos de *Capsicum*: complexo *C. annum*,

complexo *C. baccatum*, e complexo *C. pubescens*. Um complexo de espécie inclui aquelas que podem hibridizar, embora algumas vezes com dificuldade. O complexo *C. annuum* inclui três espécies proximamente relacionadas, *C. annuum*, *C. chinense* e *C. frutescens*, sendo o complexo mais amplamente distribuído nas Américas e no mundo inteiro. O complexo *C. baccatum* consiste em pelo menos três espécies, *C. baccatum*, *C. praetermissum*, e *C. tovarii*. O complexo *C. pubescens* contém: *C. pubescens* Ruiz & Pav., *C. cardenasii* Heiser & Smith e *C. eximium* Hunz (PIKERGILL, 1997; TONG, 1999).

Capsicum annuum foi domesticada nas terras altas do México. Ela inclui a maioria das pimentas mexicanas, pimentas quentes da África e Ásia, e muitas das cultivares de pimenta doce crescidas em países temperados. No entanto, ela não está bem adaptada às planícies úmidas dos trópicos, onde, ao menos na América Latina, ela é substituída por *C. frutescens* e *C. chinense* (PIKERGILL, 1997).

A espécie *Capsicum chinense* foi originalmente encontrada na bacia do rio Amazonas, mas está comercialmente distribuída por todo o Sul e Norte do Brasil, devido a sua adaptabilidade a diferentes solos e climas, e seu popular aroma cítrico. Os frutos desta espécie apresentam uma enorme variabilidade em tamanho, forma e cor, com diferentes intensidades indo desde o amarelo até o vermelho, quando maduros (LANNES et al., 2007; REIIFSCHNEIDER, 2000).

Capsicum frutescens está distribuída por toda a América Central e planícies da América do Sul, e também em outras regiões tropicais e subtropicais, tais como Ásia, África, e ilhas do Pacífico. *C. frutescens* é geralmente muito picante e tem um sabor característico que realça o gosto dos alimentos locais nos trópicos. *C. frutescens* apresenta as seguintes características: são plantas perenes e de maturação tardia; a altura varia de 1,5–2,0 m; corola branco-esverdeada; anteras púrpura a azul, às vezes amarelas; nós com um a três pedúnculos eretos; fruto imaturo variando de verde a branco amarelado; fruto maduro vermelho a laranja escuro; caules e folhas glabros a muito pubescentes; folhas maleáveis e mais largas do que as de *C. annuum*; sementes cor creme a amarelo (YAMAMOTO; NAWATA, 2005).

C. baccatum var. *baccatum* possui ampla distribuição geográfica, enquanto *C. baccatum* var. *praetermissum* é exclusiva do Brasil, ou seja, é endêmica. A ocorrência de *C. baccatum* var. *pendulum* abrange o noroeste da América do Sul,

incluindo Colômbia, Equador, Peru e Bolívia, e sudoeste do Brasil. *C. baccatum* var. *baccatum* possui flores brancas com duas manchas esverdeadas na base, enquanto *C. baccatum* var. *praetermissum*, além das cores da outra variedade, apresenta uma característica faixa lilás-violeta na margem das pétalas (REIIFSCHNEIDER, 2000). A espécie *C. baccatum* var. *pendulum* tem manchas amarelas e corola branca, anteras amarelas, caule ereto, uma flor por nó, fruto largo, alongado e persistente. O fruto maduro é laranja (TONG, 1999).

As diferentes espécies e variedades de pimentas podem ser discriminadas por características morfológicas dos frutos e, principalmente das flores (MOREIRA et al., 2006). O gênero *Capsicum* tem sido separado de acordo com a cor de suas corolas em dois grandes grupos: branco e púrpura. As espécies domesticadas do gênero apresentam esses dois tipos de cor de corola, ao que se pode claramente diferenciar entre as espécies *C. baccatum* e *C. pubescens*: a primeira apresenta corola branca e anteras amarelas, já a segunda tem corola púrpura e anteras púrpuras ou violetas. A dificuldade se apresenta entre as espécies *C. annum*, *C. chinense* e *C. frutescens*, pois nas três a cor da corola varia de branco a amarelo esverdeado e as anteras de púrpura a violeta. O que as diferencia, ao nível de chaves taxonômicas, é o número de flores por nó e a constrição do cálice (GUERRA, 2001). Além dessas características, as principais espécies domesticadas do gênero podem ser identificadas pela posição da flor e do pedicelo, presença ou ausência de manchas nos lobos das pétalas e margem do cálice (CARVALHO; BIANCHETTI, 2004).

Com relação ao sistema reprodutivo, as espécies domesticadas de *Capsicum*, em geral, apresentam-se como autógamas, porém existe uma possível taxa de alogamia que segundo Tanksley (1984) pode variar de 0% a 83% sendo facilitada por alterações morfológicas na flor, pela ação de insetos polinizadores, por práticas de cultivo entre outros fatores. Considerando a existência de alogamia entre essas espécies, é possível que exemplos discrepantes, observados no processo de caracterização morfológica, sejam produtos de cruzamento entre diferentes espécies, pois apresentam a maior parte das características pertinentes a uma espécie, juntamente com características de outra (CARVALHO et al., 2003).

Uma característica exclusiva do gênero *Capsicum*, é a pungência atribuída à presença de capsaicinóides. Tais alcalóides acumulam-se na superfície da placenta e são liberados quando o fruto sofre qualquer dano físico (CARVALHO et al., 2003).

Os Capsaicinóides constituem um grupo de 12 ou mais alcalóides relacionados, responsáveis pela sensação pungente em frutos do gênero *Capsicum*. A Capsaicina [(*E*)-*N*-(4-hidroxi-3-metoxibenzil)-8-metil-6-nonenamida] e a Dihidrocapsaicina são responsáveis por mais de 90% da pungência. No estudo feito por Pineda et al. (2007), as variações na quantidade de capsaicinóides em sete cultivares, foram atribuídas a fatores genéticos intrínsecos ou às condições ambientais de cultivo.

2.3 Recursos Genéticos Vegetais e Conservação *ex situ* de Germoplasma de *Capsicum*

Os recursos genéticos representam a matéria-prima para criar novas variedades mais produtivas, melhor adaptadas para as regiões de cultivo e mais resistentes às pragas e doenças de plantas economicamente importantes. Junto com os parentes silvestres, eles representam o repositório de variabilidade genética potencial para programas de melhoramento das plantas cultivadas (ALMEIDA et al., 2005) e por essa razão a conservação dos recursos genéticos é hoje considerada uma das questões mais importantes para a sobrevivência da humanidade e tem recebido a atenção dos governantes (RAMALHO et al., 2004).

A Conservação *ex situ* consiste em manter a biodiversidade fora do ambiente original ou natural (NASS et al., 2001) em estruturas denominadas bancos de germoplasma, entendendo-se como “germoplasma” a base física do cabedal genético que reúne o conjunto de materiais hereditários de uma espécie (VALOIS et al., 1996). As estratégias de conservação *ex situ* são atrativas para melhoristas e instituições que desenvolvem trabalhos visando o melhoramento de plantas (OLORODE, 2004). Então para que sejam desenvolvidas variedades com as quais se possam contar no futuro Marques et al., (2005) ressaltaram que é necessário disponibilizar os recursos genéticos das plantas cultivadas para programas de melhoramento.

Segundo Bianchetti et al. (2005), a coleta e manutenção de pimentas são de grande importância porque abrem espaço para um melhor conhecimento do potencial de adaptação e de resistências desde gênero. Parte do germoplasma de *Capsicum* tem sido conservada em bancos de germoplasma pertencentes a diversas instituições tais como, a Universidade Federal de Viçosa (UFV), o Centro Tecnológico da Zona da Mata (CTZM), a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) e a Embrapa Hortaliças. Entretanto, para que haja maior

uso desses recursos é de fundamental importância o conhecimento e a organização dessa variabilidade genética (MOREIRA et al., 2006), pois infelizmente o germoplasma é coletado e depositado em bancos, sem um grande conhecimento da informação, acerca dos acessos individuais (VOTAVA et al., 2002).

Muitos esforços têm sido efetuados por diversas instituições de pesquisas, como é o caso da Embrapa Clima Temperado que está integrada ao programa de melhoramento genético de pimenta, com atividades de seleção das *landraces* de *Capsicum baccatum*, em parceria com a Embrapa Hortaliças. As atividades são voltadas para o desenvolvimento de novas cultivares resistentes às doenças, com melhor forma, cor e sabor para o comércio de frutos frescos e produção de pimentas desidratadas. Os genótipos em estudo são avaliados molecularmente para existência de diversidade genética através da análise por marcador molecular RAPD. *Capsicum baccatum* var. *pendulum* está sendo avaliada para o desenvolvimento de cultivares resistentes à doenças, principalmente focalizadas em antracnose, causada por *Colletotrichum* spp. (EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2007).

2.4 Caracterização do germoplasma de pimentas do gênero *Capsicum*

A caracterização consiste na obtenção programada e sistemática de dados baseada na avaliação de características capazes de descrever e diferenciar os acessos existentes. Em geral, são considerados caracteres da folha, flor, fruto e semente (ALMEIDA et al., 2005). Segundo Rodriguez et al. (1999), a caracterização de germoplasma é um elo importante entre a conservação e utilização dos recursos genéticos vegetais.

Diferentes níveis de caracterização são possíveis e o ideal seria realizar todos eles, cabendo aos pesquisadores e curadores a decisão do nível de informação desejado, tomando-se por base a demanda existente pelos acessos das diferentes culturas, como também a disponibilidade de recursos financeiros (NASS et al., 2001). Seguindo o mesmo ponto de vista, Sudré et al. (2006) concluíram que a coleta de dados qualitativos multicategóricos é prática, econômica e demanda menor tempo comparado a dados quantitativos e dados moleculares. Porém, cada um tem sua importância singular, sendo preferível que uma coleção de germoplasma seja

estudada o mais amplamente possível, para dar maior suporte a pesquisas e ao banco de dados da coleção.

Uma coleção de germoplasma deve estar devidamente caracterizada e avaliada, e ser conservada de forma adequada, para que sua diversidade seja preservada (LIMA, 2005). Sobre esse último aspecto Biber-Klemm e Cottier (2005) afirmaram que precárias condições de armazenamento resultam na perda rápida de viabilidade da semente e necessidade de uma regeneração mais freqüente o que pode levar à perda da informação genética original da amostra.

O processo de caracterização permite a identificação de descritores de alta herdabilidade, cuja expressão é pouco influenciada pelas condições ambientais e facilmente determináveis através de uma simples observação (QUEROL, 1993; NASS et al., 2001), sendo geralmente realizado pelos curadores dos bancos de germoplasma. As ações relacionadas à avaliação dos recursos genéticos vegetais podem ser divididas em avaliação preliminar e complementar. A avaliação preliminar inclui informações sobre caracteres agrônômicos básicos, como ciclo e altura da planta. A avaliação complementar, por sua vez, deve ser realizada por uma equipe multidisciplinar, sendo as informações obtidas a partir de experimentos com repetições (NASS et al., 2001). A caracterização e avaliação de germoplasma visam gerar subsídios para facilitar as decisões dos curadores quanto à concatenação de amostras duplicadas. Em associação com a divergência genética gera ainda, subsídios para programas de melhoramento genético e para o conhecimento da própria riqueza genética da coleção (BUSO et al, 2001; CINTRA et al., 2005).

Na caracterização de pimentas do gênero *Capsicum* tem-se utilizado amplamente os descritores morfoagronômicos, a exemplo do trabalho de Bento et al. (2007), que utilizaram 37 descritores e concluíram que houve divergência fenotípica entre os 29 acessos estudados, demonstrando o potencial dos mesmos para uso em programas de melhoramento. Sudré et al. (2005) utilizaram onze descritores quantitativos, entre eles, a altura de planta, dias para florescimento e número de frutos por planta, sendo observadas diferenças significativas entre os 56 acessos para todos os descritores avaliados. Geleta et al. (2005), encontraram diferenças significantes entre genótipos de *Capsicum annuum* com o uso de 20 características morfoagronômicas, revelando-se um alto nível de variabilidade genética.

2.5 Análise multivariada no estudo da divergência genética

A avaliação da variabilidade genética entre cultivares para fins de conservação de recursos genéticos é útil para saber se dois indivíduos com fenótipos semelhantes, exibem uma combinação gênica similar (LEFBREVE et al., 2001). Os estudos de distância genética são de grande importância na diferenciação de populações e acessos de bancos de germoplasma, assim como na identificação de genitores adequados à obtenção de híbridos, com maior efeito heterótico e que proporcionem maior segregação em recombinações, possibilitando o aparecimento de transgressivos (CRUZ; CARNEIRO, 2003). Dessa forma o conhecimento da diversidade genética entre os acessos permite recomendações corretas de cultivo e uso (CINTRA et al., 2005).

A divergência genética tem sido avaliada por meio de técnicas biométricas, baseadas na quantificação da heterose, ou por processos preditivos. Na predição da divergência genética, vários métodos multivariados podem ser aplicados. Dentre eles, citam-se a análise por componentes principais, por variáveis canônicas e os métodos aglomerativos. A técnica de análise multivariada tem sido empregada tanto para características expressas por variáveis quantitativas quanto qualitativas, as quais são comumente utilizadas em caracterizações/avaliações em bancos de germoplasma. No caso dos descritores qualitativos geralmente são avaliados os que apresentam várias classes, ou seja, multicategóricos (PEREIRA, 2003; CRUZ; REGAZZI, 1994).

A escolha do método mais adequado tem sido determinada pela precisão desejada pelo pesquisador, pela facilidade da análise e pela forma como os dados foram obtidos (CRUZ; REGAZZI, 1994). No caso dos métodos de agrupamento, eles se distinguem pelo tipo de resultado a ser fornecido e pelas diferentes formas de definir a proximidade entre um indivíduo e um grupo já formado ou entre dois grupos quaisquer. Em todos os casos não se conhece, a *priori*, o número de grupos a serem estabelecidos, e diferentes métodos proporcionam diferentes resultados. Nos métodos hierárquicos, os genótipos são agrupados por um processo que se repete em vários níveis, até que seja estabelecido o dendrograma ou o diagrama de árvore. As delimitações podem ser estabelecidas por um exame visual do dendrograma, em que se avaliam pontos de alta mudança de nível, tomando-os em geral como delimitadores do número de genótipos para determinado grupo (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

De acordo com Nascimento Filho et al. (2001), a análise das variáveis canônicas além de permitir o estudo da divergência genética por meio das distâncias geométricas entre genitores em gráficos de dispersão, possibilita o descarte daquelas características que contribuíram pouco para a variabilidade genética apresentada entre os acessos, gerando economia de tempo, mão-de-obra e recursos financeiros em futuros estudos. Dessa forma, são descartadas aquelas características que apresentaram o maior coeficiente de ponderação nas variáveis canônicas menos importantes. Essa recomendação foi reforçada por Cruz (2001) ao mencionar que é necessário avaliar a importância de cada caráter para a diversidade, identificando-se aqueles com menor contribuição, sendo recomendável seu descarte em estudos futuros.

Há diversos trabalhos na literatura que utilizaram a técnica de análise multivariada para estudos de divergência genética, como o realizado por Karasawa et al. (2005) que empregaram o agrupamento de Tocher e Vizinho mais próximo para divergência entre acessos de tomateiro. Para o gênero *Capsicum* ainda são poucos os trabalhos publicados, entre eles está o de Moura et al. (1999), cujo objetivo foi verificar a viabilidade da análise multivariada na identificação de fontes de variabilidade genética entre linhagens de pimentão quanto à eficiência nutricional para o fósforo, concluindo-se que a mesma foi efetiva para detectar divergência genética, como também para identificar o caráter que mais contribuiu para a divergência. Eficiência similar foi relatada em trabalhos com pimentas, nos quais foram aplicados métodos de agrupamento a variáveis quantitativas (SUDRÉ et al., 2005) e qualitativas multicategóricas (SUDRÉ et al., 2006).

Genótipos mais divergentes são promissores para serem cruzados e fornecerem populações com maior segregação em vários caracteres agronômicos (MACHADO et al., 2002), e para identificá-los Oliveira et al. (2003) sugeriram que sejam selecionados, dentro dos grupos, os genitores com melhores médias em relação aos caracteres que se deseja melhorar, objetivando assim, a máxima concentração de alelos favoráveis. A escolha dos genitores para programas de hibridação, que visem à ampliação da variabilidade da espécie para o melhoramento genético por meio de seleção nas gerações segregantes, deve levar em consideração a divergência genética, o desempenho *per se* dos genitores e a complementaridade alélica (SOUZA et al., 2005; MORAES et al., 2005). A seleção

de indivíduos geneticamente mais próximos do genitor recorrente reduz o número de retrocruzamentos necessários à recuperação do genoma (MORAES et al., 2005).

Estudos de divergência genética também têm sido realizados utilizando marcadores de DNA. Atualmente, as técnicas mais empregadas nos programas de melhoramento e que utilizam a Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) são: a técnica microssatélite ou SSR (Polimorfismo de *locus* de seqüência simples repetida), RAPD (Polimorfismo de DNA amplificado ao acaso), SCARS (Amplificação de região de seqüência caracterizada) e AFLP (Polimorfismo no comprimento de fragmentos amplificados) (ZIMMER et al., 2005). Os marcadores de DNA têm a vantagem de serem influenciados por pouca ou nenhuma ação do meio ambiente e fornecerem informações diretas sobre o genoma de cada indivíduo (LEFBREVE et al., 2001).

Os marcadores moleculares constituem mais uma ferramenta que pode ser usada em estudos de divergência genética, porém assim como os dados quantitativos, demandam maior tempo e custo que os dados qualitativos multicategóricos (SUDRÉ et al., 2006).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. M. C. V.; DIAS, L. A. S.; OKABE, E.T.; MEDEIROS, J. R. P. Variability in genetic resources of cacao in Rondônia, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 5, n. 3, p. 318-324, 2005.

BARBOSA, R. I.; LUZ, F. J. F.; NASCIMENTO FILHO, H. R.; MADURO, C. B. Pimentas do gênero *Capsicum* cultivadas em Roraima, Amazônia brasileira. I. Espécies domesticadas. **Acta amazônica**, v. 32, n. 2, p. 177-192, 2002.

BENTO, C. S.; SUDRE, C. P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; PEREIRA, M. G. Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 2, p. 149-156, 2007.

BIANCHETTI, L. B; CARVALHO, S. I. C. Subsídios à coleta de germoplasma de espécies de pimentas e pimentões do gênero *Capsicum* (Solanáceas). In: WALTER, B. M. T., CAVALCANTI, T. B. **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**: teoria e prática. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. p. 355-385.

BIBER-KLEMM, S.; COTTIER, T. **Rights to plant genetic resources and traditional knowledge**: basic issues and perspectives. Switzerland, World Trade Institute, 2005, 400 p.

BUSO, G. S. C; LOURENÇO, R. T.; BIANCHETTI, L. de B.; LINS, T. C. de L.; POZZOBON, M. T.; AMARAL, Z. P. de S.; FERREIRA, M. E. **Espécies silvestres do gênero *Capsicum* coletadas na Mata Atlântica Brasileira e sua relação genética com espécies cultivadas de pimenta**: uma primeira abordagem genética utilizando marcadores moleculares. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. 22p.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. De B.; BUSTAMANTE, P. G.; SILVA, D. B. **Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) da Embrapa Hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2003. 49 p.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B. Botânica. Embrapa hortaliças: versão eletrônica, 2004. Disponível em: <www.cnph.embrapa.br/sistprod/pimenta/botanica.htm>. Acesso em: 10 jun. 2007.

Ceará exporta pimenta tabasco para Estados Unidos. **Agroindústria Tropical**, n. 84, p. 4-5, 2001.

CINTRA, M. M. D. F.; PINHEIRO, J. B.; SIBOV, S. T. Genetic divergence among *Curcuma longa* L. accessions. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 5, n. 4, p. 410-417, 2005.

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

CRUZ, C. D. Programa genes (versão Windows): aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001, 648 p.

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

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. Potato and pepper research group. Disponível em: <www.cpact.embrapa.br>. Acesso em: 15 out. 2007.

ESHBAUGH, W. H. **History and exploitation of a serendipitous new crop discovery**. In: JANICK, J. and SIMON, J.E. New York: New crops, 1993. p. 132-139.

GELETA, L. F.; LABUSCHAGNE, M. T.; VILJOEN, C. Genetic variability in pepper (*Capsicum annuum* L.) estimated by morphological data and amplified fragment length polymorphism markers. **Biodiversity and Conservation**, v.14, n. 10, p. 2361-2375, 2005.

GUERRA, N. A. Estudios cromosômicos de cuatro selecciones de *Capsicum chinense* Jacq. **Revista UDO Agrícola**, v. 1, n. 1, p. 34-41. 2001.

IPGRI. **Descritores para *Capsicum* (*Capsicum* spp)**. Roma: IPGRI, 1995. 51 p.

KARASAWA, M.; RODRIGUES, R.; SUDRÉ, C. P.; SILVA, M. P.; RIVA, E. M.; AMARAL JÚNIOR, A. T. Aplicação de métodos de agrupamento na quantificação da divergência genética entre acessos de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 4, p. 1000-1005, 2005.

LANNES, S. D.; FINGER, F. L.; SCHUELTER, A. R.; CASALI, V. W. D. Growth and quality of Brazilian accessions of *Capsicum chinense* fruits. **Scientia Horticulturae**, v. 112, n. 3, p. 266-270, 2007.

LEFEBVRE, V.; GOFFINET, B.; CHAUVET, J. C.; CAROMEL, B., SIGNORET, P.; BRAND, R.; PALLOIX, A. Evaluation of genetic distances between pepper inbred lines for cultivar protection purposes: comparison of AFLP, RAPD and phenotypic data. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 102, n. 5, p. 741-750, 2001.

LIMA, M. C. **Recursos genéticos de hortaliças: riquezas naturais**. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 2005, 190 p.

LOPES, C. A. Uso da diversidade genética de pimentas e pimentão para o desenvolvimento de genótipos de interesse do agronegócio brasileiro. Embrapa hortaliças: versão eletrônica, 2002. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/projetos/capsicum/Indexf-3sub1.htm>>. Acesso em: 02 out. 2007.

MACHADO, C. F.; NUNES, G. H. S.; FERREIRA, D. F.; SANTOS, J. B. Genetic Divergence among genotypes of common bean through of multivariate techniques. **Ciência Rural**, v. 32, n. 2, p. 251-258, 2002.

MARQUES, A. S. A.; GUIMARÃES, PATRÍCIA M.; SANTOS, JOANICE P.; VIEIRA, TATIANA M. Sobrevivência e viabilidade de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* em sementes de feijão armazenadas sob condições controladas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 5, p. 527-531, 2005.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Estatísticas. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 22 maio 2008.

MORAES, R. M. A.; CRUZ, C. D.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. Genetic divergence in soybean parents for backcrossing programs. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 5, n. 3, p. 340-347, 2005.

MOREIRA, G. R.; CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H.; RIBEIRO, C. S. C. Espécies e variedades de pimenta. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 235, p. 16-29, 2006.

MOURA, W. M.; CASALI, V. W. D.; CRUZ, C. D.; LIMA, P. C. Divergência genética em linhagens de pimentão em relação à eficiência nutricional de fósforo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 34, n. 2, p. 217-224, 1999.

NASCIMENTO FILHO, F.; ATROCH, A. L.; SOUSA, N. R.; GARCIA, T. B.; CRAVO, M. S.; COUTINHO, E. F. Divergência genética entre clones de guaraná. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 36, n. 3, p. 501-506, 2001.

NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Recursos genéticos e melhoramento-plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. 1183 p.

OLIVEIRA, F. J., ANUNCIACAO FILHO, C. J., BASTOS, G. Q., REIS, O. V. Genetic divergence among cultivars of cowpea. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 38, n. 5, p. 605-611, 2003.

OLORODE, O. Conservation of Plant Genetic Resources. **African Journal Traditional CAM**, v. 1, n. 1, p. 4-14, 2004.

PEREIRA, F. H. F.; PUIATTI, M.; MIRANDA, G. V.; SILVA, D. J. H.; FINGER, F. L. Divergência genética entre acessos de taro utilizando caracteres morfoqualitativos de inflorescência. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 1, p. 116-118, 2003.

PICKERSGILL, B. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. **Euphytica**, v. 96, n. 1, p. 129-133, 1997.

PINEDA, O. C.; TAPIA, L.W.T.; PACHECO, L. C. G.; MARTÍN; F. C.; ESTRADA, T. G.; SÁNCHEZ, S. R. P. Capsaicinoids quantification in chili peppers cultivated in the state of Yucatan, Mexico. **Food Chemistry**, v. 104, n. 4, p. 1755-1760, 2007.

QUEROL, D. **Recursos genéticos, nosso tesouro esquecido** – abordagem técnica e sócio-econômica. Rio de Janeiro. AS-PTA assessoria e serviços a projetos em agricultura alternativa, 1993.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na Agropecuária**. Lavras: UFLA, 2004. 472 p.

REIIFSCHNEIDER, F. J. B. **Capsicum Pimentas e Pimentões do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa comunicação para transferência de tecnologia/ Embrapa Hortaliças, 2000. 113 p.

RODRIGUEZ, J. M.; BERKE, T.; ENGLE, L.; NIENHUIS, J. Variation among and within *Capsicum* species revealed by RAPD markers. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 99, n. 1-2, p. 147-156, 1999.

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

SOUZA, F.; QUEIROZ, M. A.; DIAS, R. C. S. Genetic divergence in watermelon lines. **Horticultura brasileira**, v. 23, n. 2, p. 179-183, 2005.

SUDRÉ, C. P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; KARASAWA, M.; AMARAL JUNIOR, A. T. Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. **Horticultura brasileira**, v. 23, n. 1, p. 22-27, 2005.

SUDRÉ, C. P.; CRUZ, C. D.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; SILVA, D. J. H.; PEREIRA, T. N. S. Variáveis multicategóricas na determinação da divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 88-93, 2006.

TANKSLEY, S. D. High rates of cross-pollination in chile pepper. **HortScience**, v. 19, n. 4, p. 580-582, 1984.

TOFANELLI, M. B. D.; AMAYA-ROBLES, J. E.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Ácido giberélico na produção de frutos partenocárpicos de pimenta. **Horticultura Brasileira**, v. 2, n. 1, p. 116-118, 2003.

TONG, N.; BOSLAND, P. W. *Capsicum tovarii*, a new member of the *Capsicum baccatum* complex. **Euphytica**, v. 109, n. 2, p. 71-77, 1999.

VALOIS, A. C. C.; SALOMÃO, A. N.; ALLEM, A. C. **Glossário de Recursos Genéticos Vegetais**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1996, 62 p.

VOTAVA, E. J.; NABHAN, G. P.; BOSLAND, P. W. Genetic diversity and similarity revealed via molecular analysis among and within an *in situ* population and *ex situ*

accessions of chiltepín (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*). **Conservation Genetics**, v. 3, n. 2, p. 123-29, 2002.

YAMAMOTO, S.; NAWATA, E. *Capsicum frutescens* L. in southeast and east Asia, and its dispersal routes into Japan. **Economic Botany**, v. 59, n. 1, p. 18-28, 2005.

ZIMMER, P. D.; OLIVEIRA, A. C.; MALONE, G. **Ferramentas da biotecnologia no melhoramento genético vegetal**. Pelotas: Editora Gráfica Universitária – UFPEL, 2005, 158 p.

4 CAPÍTULO I

IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA DE GERMOPLASMA DE PIMENTAS DO GÊNERO *Capsicum* spp

RESUMO

Em trabalhos de caracterização de germoplasma, uma das etapas essenciais é a correta identificação botânica das espécies. Assim, objetivou-se identificar botanicamente 40 sub-amostras de pimentas da coleção de germoplasma de *Capsicum*, pertencentes à Universidade Federal do Piauí utilizando duas chaves morfológicas de identificação e análise multivariada, com base em sete descritores qualitativos multicategóricos. O experimento foi realizado no município de Teresina, PI, em casa de vegetação, com duas repetições, sendo uma planta por vaso. Os descritores considerados foram: número de flores por axila, cor da corola, cor da mancha da corola, cor da antera, cor do fruto maduro, forma do fruto e constrição anelar do cálice. Por meio das chaves morfológicas de identificação, foram identificados 38 sub-amostras em quatro variedades de espécies cultivadas de *Capsicum*, sendo 19 sub-amostras de *C. chinense* Jacq., duas, de *C. frutescens* L.; quatro *C. annuum* var. *annuum* L.; quatro, *C. annuum* L. var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill; duas, *C. baccatum* var. *baccatum* L. e sete, *C. baccatum* L. var. *pendulum* (Willd) Eshbaugh. As análises realizadas foram: Análise Discriminante de Anderson e agrupamento pelo método de Tocher. As funções discriminantes de Anderson classificaram corretamente 89,47% das sub-amostras nas espécies e variedades botânicas estudadas. Pelo método de Tocher foram diferenciadas as quatro espécies cultivadas de *Capsicum*, alocando-se no mesmo grupo as sub-amostras de maior similaridade. As chaves morfológicas e análise multivariada são úteis e eficientes para a identificação botânica das espécies do gênero *Capsicum*.

Palavras-chave: Análise discriminante de Anderson, chaves morfológicas de identificação, coleção de germoplasma.

BOTANICAL IDENTIFICATION OF PEPPERS GENUS *Capsicum* spp. GERMOPLASM

ABSTRACT

One of the essential steps in the work of characterization of germplasm is the correct botanical identification of species. So, it was aimed to identify 40 samples of the collection of *Capsicum* germplasm from the Universidade Federal do Piauí, using two morphological identification keys and multivariate analysis, based on seven qualitative multicategorical descriptors. The experiment was carried out in the greenhouse in Piauí state, Brazil, with two replications, one plant per pot. The following descriptors were considered: number of flowers per axil, corolla color, color of the stain of the corolla, anther color, fruit color at mature stage, fruit shape, calyx annular constriction. Through the morphological identification keys, 38 samples were

identified in four varieties belong to cultivated species of *Capsicum*, consisting 19 samples *C. chinense* Jacq., 2 *C. frutescens* L., 4 *C. annuum* var. *annuum* L., 4 *C. annuum* L. var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill, 2 *C. baccatum* var. *baccatum* L. and 7 *C. baccatum* L. var. *pendulum* (Willd) Eshbaugh. The analyses were: Anderson's discriminant analysis and the Tocher's method. The functions of Anderson's discriminant analysis classified correctly 89.47% of samples in the species and varieties botanical studied. The four cultivated species of *Capsicum* were distinguished by Tocher's method, staying in the same group samples more similar. The conclusion of this study was that the use of the morphological keys and multivariate analysis, it is useful and efficient for the identification of botanical species of the genus *Capsicum*.

Key words: Anderson's discriminant analysis, germplasm collection, morphological identification keys.

4.1 INTRODUÇÃO

As pimentas do gênero *Capsicum* são amplamente cultivadas no mundo, sendo economicamente importantes para as indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética (YAMAMOTO; NAWATA, 2005; BENTO et al., 2007), bem como para ornamentação (MOREIRA, 2006).

De acordo com Reiihschneider (2000) e Pikergill (1997) há cinco espécies domesticadas, que são: *Capsicum annuum* L., *Capsicum chinense* Jacq., *Capsicum frutescens* L., *Capsicum baccatum* L. e *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. Essas cinco espécies formam três complexos de *Capsicum*: complexo *C. annuum*, complexo *C. baccatum*, e complexo *C. pubescens*. Um complexo de espécie inclui aquelas que podem hibridizar, embora algumas vezes com dificuldade. O complexo *C. annuum* inclui três espécies proximamente relacionadas, *C. annuum*, *C. chinense* e *C. frutescens*, sendo o mais amplamente distribuído atualmente nas Américas e no mundo inteiro. O complexo *C. baccatum* consiste em pelo menos três espécies, *C. baccatum*, *C. praetermissum*, e *C. tovarii*. O complexo *C. pubescens* contém: *C. pubescens* Ruiz & Pav., *C. cardenasii* Heiser & Smith e *C. eximium* Hunz (PIKERGILL, 1997; TONG, 1999)

A espécie *Capsicum annuum* é a mais cultivada e inclui as variedades mais comuns do gênero, como pimentões e pimentas doces e algumas ornamentais. As pimentas dedo-de-moça e chapéu-de-frade são os tipos mais comuns da espécie *Capsicum baccatum* cultivados no Brasil. *Capsicum frutescens* inclui as famosas

pimentas malaguetas, que são extremamente picantes (REIFSCHNEIDER, 2000) Os Frutos de *Capsicum chinense* têm sabor e pungência característicos, ela inclui as pimentas Scotch Bonnet e Habanero. *Capsicum pubescens* é uma espécie de terras altas, com frutos suculentos de parede espessa, os quais são sempre consumidos frescos (PIKERGILL, 1997)

Uma das etapas essenciais em trabalhos de caracterização de germoplasma é a correta identificação botânica das espécies. Para isso, os taxonomistas examinam principalmente as flores. Características morfológicas como o número de flores por nó, posição da flor e do pedicelo, coloração da corola e da antera, presença ou ausências de manchas nos lobos das pétalas e margem do cálice, variam de espécie para espécie e, por meio destas, pode-se identificar as principais espécies domesticadas do gênero (CARVALHO; BIANCHETTI, 2004).

Assim, objetivou-se identificar botanicamente 40 sub-amostras de pimentas da coleção de germoplasma de *Capsicum* spp., pertencentes à Universidade Federal do Piauí (UFPI), utilizando duas chaves morfológicas de identificação e análise multivariada.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estabelecimento da Coleção de Germoplasma de *Capsicum* da Universidade Federal do Piauí iniciou-se em 2005, quando foram adquiridas sub-amostras de *Capsicum* spp., provenientes das regiões Nordeste e Sudeste do Brasil. O termo “sub-amostra” foi determinado pela Orientação Técnica nº 2, do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético. O código das sub-amostras foi designado pela sigla BAGC (Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*) seguida de um número. Na Tabela 1 encontram-se os nomes populares e os locais de coleta das sub-amostras utilizadas.

Tabela 1. Relação dos nomes populares e locais de coleta das 40 sub-amostras da coleção de germoplasma de *Capsicum* spp. da Universidade Federal do Piauí, caracterizados. Teresina, PI, 2008.

Nº das Sub-amostras	Código	Nome popular	Local de coleta
1	BAGC 01	Malagueta	Teresina-PI
2	BAGC 03	Desconhecido	Teresina-PI
3	BAGC 07	Peito-de-moça	Piripiri-PI
4	BAGC 08	Dedo-de-moça	Piripiri-PI

5	BAGC 10	Malagueta	Teresina-PI
6	BAGC 11	Peito-de-moça	Teresina-PI
7	BAGC 12	Desconhecido	Teresina-PI
8	BAGC 14	Vermelha-de-cheiro	Pai Chico-PI
9	BAGC 15	Vermelha-de-cheiro	Pai Chico-PI
10	BAGC 20	Mexicana	Teresina-PI
11	BAGC 21	Pimenta-de-minas	Teresina-PI
12	BAGC 22	Murici	São Luís-MA
13	BAGC 23	Olho de peixe	Teresina-PI
14	BAGC 25	Desconhecido	Piripiri-PI
15	BAGC 26	Desconhecido	Teresina-PI
16	BAGC 27	Desconhecido	São Francisco-MA
17	BAGC 28	Desconhecido	São Francisco-MA
18	BAGC 29	Desconhecido	Piripiri-PI
19	BAGC 32	Desconhecido	São Raimundo Nonato-PI
20	BAGC 33	Desconhecido	São Raimundo Nonato-PI
21	BAGC 34	Desconhecido	São Raimundo Nonato-PI
22	BAGC 36	Pimenta-de-mesa	Teresina-PI
23	BAGC 37	Malagueta	Teresina-PI
24	BAGC 38	Murici	Teresina-PI
25	BAGC 39	Mexicana roxa	Teresina-PI
26	BAGC 40	Mexicana longa	Teresina-PI
27	BAGC 41	Pimenta-de-minas	Teresina-PI
28	BAGC 42	Pimenta-de-cheiro	Teresina-PI
29	BAGC 43	Chapéu-de-couro	Teresina-PI
30	BAGC 47	Scoth Bonet Vermelha	São Paulo-SP
31	BAGC 48	Bode Vermelha	São Paulo-SP
32	BAGC 49	Bode Amarela	São Paulo-SP
33	BAGC 50	Fidalga	São Paulo-SP
34	BAGC 51	Pimenta-de-cheiro	São Raimundo Nonato-PI
35	BAGC 52	Pimenta-de-cheiro	São Raimundo Nonato-PI
36	BAGC 53	Pimenta-de-cheiro	São Raimundo Nonato-PI
37	BAGC 54	Desconhecido	Pedro II-PI
38	BAGC 55	Olho-de-peixe	Pedro II-PI
39	BAGC 59	Desconhecido	São Luis-MA
40	BAGC 67	Desconhecido	Água Branca-PI

Para fins de multiplicação, caracterização morfológica e identificação botânica fez-se a semeadura de 40 sub-amostras. O experimento foi conduzido no período de março de 2006 a janeiro de 2007, no Departamento de Fitotecnia, do Centro de

Ciências Agrárias da UFPI, Teresina, PI. O município fica situado a 05°05' de latitude Sul, 42°05' de longitude Oeste, com altitude de 72,7m. As sub-amostras foram semeadas em bandejas de isopor com 72 células, preenchidas com substrato orgânico, sendo colocadas duas sementes por célula. Ao atingirem o estágio de quatro a seis folhas definitivas, duas mudas de cada sub-amostra foram transplantadas para vasos de argila com adubação química e orgânica. Durante o cultivo, fez-se aplicação semanal de micronutrientes e quinzenal de inseticidas.

Para o preparo das exsiccatas, coletou-se dois exemplares floridos (ramos férteis) de cada sub-amostra, para posterior incorporação no Herbário Graziela Barroso (TEPB), localizado no Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste (TROPEN) da UFPI.

A partir de uma lista de descritores para o gênero *Capsicum*, publicados pelo *International Plant Genetic Resources Institute* (IPGRI, 1995), elaborou-se uma planilha para análises dos seguintes descritores: número de flores por axila, cor da corola, cor da mancha da corola, cor das anteras, cor do fruto maduro, forma do fruto e constrição.anelar do cálice.

O critério de classificação botânica das espécies foi baseado em duas chaves morfológicas de identificação: 1) Chave para identificação das pimentas domesticadas do gênero *Capsicum* (Adaptado de DEWITT e BOSLAND, 1996); 2) Chave para identificação de espécies e variedades domesticadas e semidomesticadas do gênero *Capsicum* de ocorrência no Brasil (CARVALHO et al., 2003). Na identificação das variedades de cada espécie, utilizou-se somente a segunda chave.

Após a classificação botânica das espécies, foram utilizadas duas técnicas multivariadas: análise discriminante de Anderson (1958) e agrupamento pelo método de Tocher, com auxílio do programa Genes (CRUZ, 2006).

Para a realização da análise discriminante foram utilizados dois arquivos. O primeiro, com as informações das sub-amostras classificadas nas diferentes espécies (populações ou grupos) e o segundo com as informações das sub-amostras não identificadas por meio das chaves morfológicas.

As funções discriminantes foram obtidas por meio de:

$$D_j(\tilde{x}) = -\frac{1}{2} [\ln(2\pi) + \ln |\Sigma_j|] - \frac{1}{2} [(\tilde{x} - \mu_j)' \Sigma_j^{-1} (\tilde{x} - \mu_j)] + \ln(\pi_j)$$

Em que:

π_j = população;

μ_j = vetor de médias dos descritores avaliados em π_j ;

Σ_j = matriz de covariâncias entre os descritores avaliados em π_j ;

p_j = probabilidade, a *priori*, de os indivíduos pertencerem a π_j ;

x = vetor de variáveis representativas dos caracteres envolvidos na análise.

O novo indivíduo é classificado como pertencente ao grupo para o qual ele tem maior escore de classificação, ou seja, o indivíduo desconhecido (\tilde{x}) será classificado na população π_j se e somente se:

$$D_j(\tilde{x}) = \text{máx} [D_1(\tilde{x}), D_2(\tilde{x}), \dots, D_n(\tilde{x})]$$

Utilizando-se as funções discriminantes e os dados das próprias populações π_j , estimou-se a taxa de erro aparente que mede a eficiência dessas funções em classificar os genótipos, corretamente, nas populações previamente estabelecidas.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as 40 sub-amostras caracterizadas, 38 foram identificadas como pertencendo a quatro espécies e variedades de *Capsicum* (Tabela 2). Quatro sub-amostras foram *C. annuum var. annuum* L.; quatro, *C. annuum* L. *var. glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill; dezenove, *C. chinense* Jacq.; duas, *C. frutescens* L.; dois, *C. baccatum var. baccatum* L. e sete, *C. baccatum* L. *var. pendulum* (Willd) Eshbaugh. Na espécie *C. pubescens* Ruiz & Pav., que também é cultivada, não foi identificado nenhuma sub-amostra, pois a mesma apresenta sementes de cor negra, e todos as sub-amostras exibiram coloração creme. Barbosa et al (2002) também identificaram quatro espécies entre os 163 acessos pertencentes ao grupo das “domesticadas”, sendo *Capsicum chinense* Jacq., a espécie mais representativa, com 125 acessos ou 76,7%.

Tabela 2 Sub-amostras da coleção de germoplasma de *Capsicum* spp. da Universidade Federal do Piauí, identificados taxonomicamente. Teresina, PI, 2008.

Espécies e variedades	Sub-amostras
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>annuum</i>	BGC 20, BGC 34, BGC 39, BGC 40
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>glabriusculum</i>	BGC 11, BGC 36, BGC 59, BGC 67
<i>Capsicum chinense</i>	BGC 03, BGC 07, BGC 08, BGC 14, BGC 15, BGC 22, BGC 23, BGC 25, BGC 29, BGC 38, BGC 42, BGC 47, BGC 48, BGC 49, BGC 50, BGC 51, BGC 52, BGC 53, BGC 55
<i>Capsicum frutescens</i>	BGC 01, BGC 37
<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>baccatum</i>	BGC 21, BGC 54
<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>pendulum</i>	BGC 12, BGC 26, BGC 27, BGC 28, BGC 32, BGC 41, BGC 43

Quanto às características utilizadas para a identificação de pimentas cultivadas do gênero *Capsicum* (Tabela 3 e Anexo), verificou-se que a maioria foi comum às duas chaves de identificação, porém a Chave 2 forneceu informações adicionais, sendo desse modo, mais completa que a Chave 1. As sub-amostras BGC 10 e BGC 33, são conhecidas popularmente como pimenta “malagueta” e “pimenta de cheiro”, então esperar-se-ia que a primeira fosse identificado como *Capsicum frutescens* e a segunda como *Capsicum chinense*. No entanto não foi possível a identificação botânica por meio das duas chaves, pois a Chave 1 contém informações limitadas, que geraram dúvidas quanto a essas duas espécies. As duas sub-amostras exibiram corola amarelo-esverdeada, mas essa característica ainda não é suficiente para definir a espécie à qual eles pertencem, sendo necessário verificar o número de flores por axila, mas nesse ponto ocorre a dificuldade, porque a Chave 1 é restrita, de modo que se a sub-amostra tiver uma flor será *Capsicum frutescens* e se tiver duas ou mais será *Capsicum chinense*. Como a variação das sub-amostras BGC 10 e BGC 33 foi de uma a duas flores por axila, elas poderiam pertencer a qualquer uma dessas espécies. Portanto, nesse caso somente a Chave 2 poderia ser utilizada.

Tabela 3 Características utilizadas por duas chaves morfológicas de identificação de pimentas cultivadas do gênero *Capsicum*. Teresina, PI, 2008.

Características	<i>C. chinense</i>	<i>C. baccatum</i>	<i>C. annuum</i>	<i>C. frutescens</i>	Chave
Sementes claras	X	X	X	X	1 e 2
Corola com mancha	–	X	–	–	1 e 2
Corola sem mancha	X	–	X	X	1 e 2
Corola branca	X	X	X	X	1* e 2
Corola esverdeada	X	–	–	X	1 e 2
Corola púrpura	–	–	X	–	2
Flores solitárias	–	Informação ausente	X	X	1 e 2*
Duas ou mais flores por nó	X	Informação ausente	X	X	1** e 2
			raramente		
Anteras sempre amarelas	–	X	–	–	2
Anteras azuladas ou violetas, raramente amarelas	X	–	X	X	2
Frutos de várias cores e formas	X	–	–	–	2
Frutos sempre vermelhos, raramente amarelados ou alaranjados, cônicos	–	–	–	X	2
Frutos com constrição basal entre o cálice e o pedúnculo	X	–	–	–	2
Frutos sem constrição basal entre o cálice e o pedúnculo	–	–	–	X	2

1*informado somente para as espécies *C. chinense* e *C. annuum*;

1**válido somente para *C. chinense*;

2*válido somente para *C. annuum*;

A análise discriminante de Anderson (1958) foi utilizada como uma ferramenta adicional, para a classificação botânica das espécies em estudo. Segundo Cruz (2006), essa técnica tem por finalidade conseguir a melhor discriminação entre os indivíduos, alocando-os em suas devidas populações, e permitir a classificação de novos materiais genéticos, de comportamento desconhecido, em populações já conhecidas. Um dos resultados fornecidos pela análise citada é a taxa de erro aparente, que é dada pela relação entre o número de classificações erradas e o número total de classificações.

Por meio das funções discriminantes obtidas a partir de sete descritores, quatro das 38 sub-amostras identificadas foram alocadas em grupos aos quais não

pertenciam, sendo a taxa de erro aparente igual a 10,53%, demonstrando que tais funções foram eficientes em classificar corretamente 89,47% das sub-amostras. Os grupos 1, 3 e 4, formados pelas espécies *Capsicum annuum* var. *annuum*, *Capsicum chinense* e *Capsicum frutescens*, tiveram 100% das classificações corretas (Tabela 4). A não discriminação das quatro sub-amostras (BGC 67, BGC 59, BGC 54 e BGC 41) ocorreu provavelmente, em função do número de características avaliadas ter sido insuficiente para distingui-las ao nível de variedade. De acordo com Assis et al. (2003), cada sub-amostra em análise é classificada como pertencente à espécie para a qual ela tem maior escore de classificação. Assim, as sub-amostras reclassificadas como pertencentes à própria espécie já anteriormente determinada são ditas classificadas corretamente. Por outro lado, aquelas que foram reclassificadas em espécies distintas das originais são consideradas incorretamente classificadas.

Tabela 4 Porcentagem de classificação correta e incorreta de cada grupo, obtida mediante a análise discriminante de Anderson (1958), com base em sete descritores qualitativos. Teresina, PI, 2008.

Grupo*	1	2	3	4	5	6
1	100,00					
2	25,00 BGC 67	50,00	—	25,00 BGC 59	—	—
3	—	—	100,00	—	—	—
4	—	—	—	100,00	—	—
5	—	—	—	—	50,00	50,00 BGC 54
6	—	—	—	—	14,29 BGC 41	85,71

* Grupo 1 - *Capsicum annuum* var. *annuum*; Grupo 2 - *Capsicum annuum* var. *glabriusculum*; Grupo 3 - *Capsicum chinense*; Grupo 4 - *Capsicum frutescens*; Grupo 5 - *Capsicum baccatum* var. *baccatum*; Grupo 6 - *Capsicum baccatum* var. *pendulum*.

As sub-amostras BGC 10 e BGC 33, não identificadas pelas duas chaves morfológicas, foram classificadas por meio das funções discriminantes, como sendo pertencentes às espécies *Capsicum baccatum* var. *pendulum* e *Capsicum chinense*. Apesar desse resultado, seria prudente fazer-se uma avaliação cuidadosa de um maior número de descritores para se ter certeza quanto às classificações. Com relação à sub-amostra BGC 33, tudo indica que ela realmente pertença à espécie *Capsicum chinense*, por apresentar constrição anelar do cálice, característica essencialmente discriminante dessa espécie. Esse fato é importante, uma vez que as funções discriminantes são estabelecidas por combinações lineares das características avaliadas e se as populações forem bastante distintas, a

classificação de um novo indivíduo num dos grupos se fará com maior probabilidade de acerto (Cruz, 2006). A eficiência máxima da referida técnica foi observada no estudo realizado por Sudré et al. (2006), no qual utilizaram 13 variáveis multicategóricas e duas binárias para a análise discriminante, obtendo uma taxa de erro aparente igual a zero, demonstrando que 100% das espécies e suas variedades botânicas foram discriminadas.

O método de Tocher possibilitou a formação de seis grupos distintos (Tabela 5). O “supergrupo” 1 reuniu sub-amostras das espécies *Capsicum annuum*, *Capsicum baccatum* e *Capsicum frutescens*, possuindo assim grande heterogeneidade. Para diminuir a variabilidade intragrupo, fez-se um reagrupamento do mesmo obtendo-se nove grupos. Nos novos grupos houve separação entre as espécies *Capsicum baccatum* e *Capsicum annuum*. Os grupos I, II e IX foram constituídos pelas variedades *Capsicum baccatum* var. *pendulum* e *Capsicum baccatum* var. *baccatum*, diferindo apenas quanto à tonalidade dos frutos, que variou de vermelho claro a vermelho escuro. Nos grupos III, V, VI, VII e VIII ficaram as variedades *Capsicum annuum* var. *annuum* e *Capsicum annuum* var. *glabriusculum*. Esses grupos apresentaram diferenças na cor da corola, tonalidade e forma dos frutos, destacando-se a sub-amostra BGC 20 (grupo VII), a única a possuir frutos de forma elíptica e BGC 59 (grupo VIII), que apresentou corola roxa. A sub-amostra BGC 37 (*Capsicum frutescens*) ficou junto com BGC 12 (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) no grupo IV.

Os grupos II, III, IV e V, referentes ao primeiro agrupamento, alocaram todas as sub-amostras da espécie *Capsicum chinense*. A característica que contribuiu para a distinção entre os quatro grupos foi cor da corola, que variou entre branco, amarelo e branco-esverdeado. Os frutos dos referidos grupos são bastante preferidos para o consumo *in natura*, apresentando também potencial para o uso ornamental como as sub-amostras BGC 7 e o BGC 55, denominadas popularmente pimenta “peito de moça” e “olho de peixe” respectivamente, devido as mesmas possuírem frutos pequenos e de coloração atraente. O grupo VI conteve somente a sub-amostra BGC 1 (*Capsicum frutescens*), que se diferenciou de BGC 37 (*Capsicum frutescens*), por apresentar corola branco-esverdeada.

Tabela 5 Agrupamento de 38 sub-amostras da coleção de germoplasma de *Capsicum* spp. da Universidade Federal do Piauí, pelo método de Tocher, com base em sete descritores qualitativos multicategóricos. Teresina, PI, 2008.

Agrupamento	Grupo	Sub-amostras
1º	I	BGC 27, BGC 43, BGC 28, BGC 41, BGC 21, BGC 54, BGC 26, BGC 32, BGC 12, BGC 37, BGC 67, BGC 36, BGC 40, BGC 39, BGC 20, BGC 11, BGC 34, BGC 59
	II	BGC 29, BGC 51, BGC 42, BGC 53, BGC 55, BGC 25, BGC 48, BGC 47, BGC 3, BGC 8, BGC 22, BGC 49, BGC 50, BGC 7, BGC 52
	III	BGC 14, BGC 15
	IV	BGC 38
	V	BGC 23
	VI	BGC 1
2º	I	BGC 27, BGC 43, BGC 28, BGC 41, BGC 21
	II	BGC 26, BGC 32
	III	BGC 36, BGC 39, BGC 40, BGC 67
	IV	BGC 12, 37
	V	BGC 34
	VI	BGC 11
	VII	BGC 20
	VIII	BGC 59
	IX	BGC 54

A correta identificação botânica é a primeira etapa da caracterização e avaliação de qualquer sub-amostra. A taxonomia clássica baseia-se principalmente na morfologia. Considerando que as espécies de *Capsicum* são predominantemente autógamas, os taxonomistas usaram para discriminar as diferentes espécies, aquelas características mais conservadas de cada uma delas (CARVALHO et al., 2003). Tais características constituem marcadores morfológicos, ou seja, fenótipos de fácil identificação, normalmente determinados por um único alelo e possuidores de alta herdabilidade (RAMALHO et al., 2004).

Embora tenham surgido várias técnicas que utilizam marcadores de DNA, apresentando a vantagem de acessarem diretamente o genoma dos indivíduos e estarem isentas de influências ambientais, elas não dispensam o uso de marcadores morfológicos, pois geralmente faz-se uma comparação entre as duas metodologias, conforme estudo realizado por Costa et al. (2006), no qual a utilização de marcadores RAPD, confirmou a identificação de 53 acessos de *Capsicum*, previamente identificados botanicamente e caracterizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, T. W. **An introduction to multivariate statistical analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1958. 374p.

ASSIS, G. M. L.; EUCLYDES, R. F.; CRUZ, C. D.; VALLE, C. B. Discriminação de espécies de *Brachiaria* baseada em diferentes grupos de caracteres morfológicos **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.576-584, 2003.

BARBOSA, R. I.; LUZ, F. J. F.; NASCIMENTO FILHO, H. R.; MADURO, C. B. Pimentas do gênero *Capsicum* cultivadas em Roraima, Amazônia brasileira. I. Espécies domesticadas. **Acta amazônica**, v. 32, n. 2, p. 177-192, 2002.

BENTO, C. S.; SUDRE, C. P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; PEREIRA, M. G. Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. **Scientia Agraria**, v.8, n.2, p.149-156, 2007.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; BUSTAMANTE, P. G.; SILVA, D. B. **Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) da Embrapa Hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2003. 49 p.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B. Botânica. Embrapa hortaliças: versão eletrônica, 2004. Disponível em: <www.cnph.embrapa.br/sistprod/pimenta/botanica.htm>. Acesso em: 18 set. 2006.

COSTA, F. R.; PEREIRA, T. N. S.; VITÓRIA, A. P.; CAMPOS, K. P.; RODRIGUES, R.; SILVA, D. H.; PEREIRA, M. G. Genetic diversity among *Capsicum* accessions using RAPD markers. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 6, n.1, p. 18-23, 2006.

CRUZ, C. D. **Programa genes: análise multivariada e simulação**. Viçosa: UFV, 2006. 175 p

DEWITT, D.; BOSLAND, P. W. **Peppers of the world: an identification guide**. Berkeley: Ten Speed Press, 1996. 219 p.

IPGRI. **Descritores para *Capsicum* (*Capsicum* spp)**. Roma: IPGRI, 1995. 51 p.

MOREIRA, G. R.; CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H.; RIBEIRO, C. S. C. Espécies e variedades de pimenta. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 235, p. 16-29, 2006.

PICKERSGILL, B. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. **Euphytica**, v. 96, n. 1, p. 129-133, 1997.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na Agropecuária**. Lavras: UFLA, 2004. 472 p.

REIIFSCHNEIDER, F. J. B. ***Capsicum* Pimentas e Pimentões do Brasil**. Brasília: Embrapa comunicação para transferência de tecnologia/ Embrapa Hortaliças, 2000, 113 p.

SUDRÉ, C. P.; CRUZ, C. D.; RODRIGUES, R; RIVA, E. M.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; SILVA, D. J. H.; PEREIRA, T. N. S. Variáveis multicategóricas na determinação da divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 88-93, 2006.

TONG, N; BOSLAND, P. W. *Capsicum tovarii*, a new member of the *Capsicum baccatum* complex. **Euphytica**, v. 109, n. 2, p. 71-77, 1999.

YAMAMOTO, S.; NAWATA, E. *Capsicum frutescens* L. in southeast and east Asia, and its dispersal routes into Japan. **Economic Botany**, v.59, n.1, p.18-28, 2005.

5 CAPÍTULO II

DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ESPÉCIES DE PIMENTAS DO GÊNERO *Capsicum* spp.

RESUMO

O conhecimento da diversidade genética entre sub-amostras em bancos de germoplasma é importante para fins de conservação de recursos genéticos e uso em programas de melhoramento genético. Este estudo objetivou avaliar a divergência genética de 23 sub-amostras de pimentas da coleção de germoplasma de *Capsicum* da Universidade Federal do Piauí, utilizando 26 descritores morfoagronômicos e técnicas multivariadas. O experimento foi conduzido em junho de 2007, no município de Teresina, PI, sob condições de campo. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Cada parcela foi constituída por sete plantas espaçadas de 1m entre linhas e 0,80 m entre plantas. Os agrupamentos pelos métodos de Tocher e hierárquico UPGMA foram eficientes na diferenciação das sub-amostras, quando baseados em descritores quantitativos e reuniram as sub-amostras conforme a espécie botânica, quando baseados em descritores qualitativos multicategóricos. As sub-amostras são divergentes para todos os descritores avaliados, apresentando frutos com variabilidade de cores, formatos e tamanhos.

Palavras-chave: Descritores morfoagronômicos, método de Tocher, método hierárquico UPGMA

GENETIC DIVERGENCE AMONG PEPPERS OF GENUS *Capsicum* spp.

ABSTRACT

Knowledge of the genetic diversity among the samples in germplasm banks it is important for the conservation of genetic resources and the use in breeding genetic programs. This study aimed to evaluate the genetic divergence of 23 samples of the collection of *Capsicum* germplasm from the Universidade Federal do Piauí, based in 26 morphological and agronomic descriptors and multivariate techniques. The experiment was carried out in 2007, in Piauí state, Brazil, in field conditions. A randomized block design was used, with three replications and seven plants per plot. The space was of 1m inter row and 0.80 m inter plants. The Tocher's method and UPGMA cluster analysis were effective in differentiating samples, through quantitative descriptors and showed great potential to unite the samples as according to botanical species, when based on qualitative multicategorical descriptors. The samples are divergent for all evaluated descriptors, presenting fruit with a range of colors, shapes and sizes.

Key words: Agronomic and morphological descriptors, Tocher's method, UPGMA cluster analysis.

5.1 INTRODUÇÃO

A produção de pimenta no Brasil vem crescendo muito nos últimos anos, com cultivos tanto em regiões de clima subtropical como tropical (RUFINO; PENTEADO, 2006) e tem aumentado a demanda por novas cultivares que associem resistência às pragas e doenças, qualidade e produtividade, principalmente para atender ao processamento industrial (BENTO et al., 2007).

O Brasil é um importante centro de diversidade para o gênero *Capsicum*, por abrigar tanto espécies domesticadas como semidomesticadas e silvestres (CARVALHO et al., 2003). A existência de grande diversidade permite seu uso em programas de melhoramento genético (REGO et al., 2003).

O estudo de divergência genética é uma ferramenta útil e efetiva para diferenciação de acessos em bancos de germoplasma (REGO et al., 2003), assim como na identificação de genitores adequados à obtenção de híbridos, com maior efeito heterótico (CRUZ; CARNEIRO, 2003). Dessa forma o conhecimento da diversidade genética entre os acessos permite recomendações corretas de cultivo e uso (CINTRA et al., 2005).

A divergência genética tem sido avaliada por meio de técnicas biométricas, baseadas na quantificação da heterose, ou por processos preditivos, nos quais, vários métodos multivariados podem ser aplicados (CRUZ; CARNEIRO, 2003). A determinação da divergência genética, com o uso da análise multivariada, em que diversos caracteres avaliados podem ser dimensionados simultaneamente nos genótipos, apresenta-se bastante vantajosa, podendo-se identificar fontes de variabilidade genética e a importância de cada caráter avaliado em relação à divergência genética (MOURA et al., 1999).

Há alguns trabalhos nos quais foi utilizada a técnica de análise multivariada, para estudos de divergência genética do gênero *Capsicum*, baseando-se em descritores quantitativos (SUDRÉ et al., 2005) e qualitativos multicategóricos (SUDRÉ et al., 2006; BENTO et al., 2007)

Nesse estudo, objetivou-se avaliar a divergência genética de 23 sub-amostras de pimentas da Coleção de Germoplasma de *Capsicum* da Universidade Federal do Piauí (UFPI), mediante o uso de descritores morfoagronômicos e técnicas multivariadas.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho o termo “sub-amostra” foi utilizado em substituição ao termo “acesso” conforme a Orientação Técnica nº 2, do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético. O material genético utilizado constou de 23 sub-amostras de pimentas, da Coleção de Germoplasma de *Capsicum* da UFPI previamente identificadas. Os critérios para a definição da quantidade de sub-amostras foram o número de sementes e área disponível para o experimento. Essas sub-amostras, provenientes dos estados do Piauí, Maranhão e São Paulo, foram avaliadas em experimento conduzido no Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias da UFPI, no município de Teresina, Piauí, localizado a 05°05' de latitude Sul, 42°05' de longitude Oeste, com altitude de 72,7m. O solo da área foi classificado como Neossolo Quartzarênico, textura areia franca.

A produção das mudas foi realizada em junho de 2007, em casa de vegetação, com a semeadura das sub-amostras em bandejas de poliestireno expandido (128 células), contendo substrato Plantmax®. Durante o cultivo, fez-se irrigação manual e aplicação de micronutrientes a cada dez dias.

O experimento foi instalado no campo, em agosto de 2007, obedecendo ao delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições. Cada parcela foi constituída por sete plantas espaçadas de 1,0 m entre linhas e 0,80 m entre plantas. Na adubação da cova, utilizou-se NPK, na fórmula 4-14-8 (500g por metro de sulco) e esterco caprino (2,4 kg /cova). Foram realizados tratos culturais e aplicação de defensivos agrícolas conforme recomendado para a cultura (Pinto et al., 2006). Adotou-se o sistema de irrigação por gotejamento, sendo utilizados gotejadores autocompensantes, modelo katif, com vazão de 4,0 l/h.

Na caracterização morfoagronômica das sub-amostras foram utilizados 26 descritores, propostos pelo IPGRI (1995), sendo sete quantitativos e 19 qualitativos multicategóricos. Os descritores quantitativos estudados foram: número de dias para a emergência (DE); número de flores por axila (NFA); número de sementes por fruto (NSF); comprimento do fruto (CF); largura do fruto (LF); peso do fruto (PF) e espessura da polpa (EP), medida em milímetros, na região mais larga, com o auxílio de um paquímetro digital. Quanto aos descritores qualitativos, foram utilizados os relacionados à: 1) plântula - cor do hipocótilo, pubescência do hipocótilo, cor da folha do cotilédone, forma da folha do cotilédone; 2) planta - cor do caule, posição da flor,

cor da corola, cor da mancha da corola, cor das anteras, hábito de crescimento, cor da folha, forma da folha; 3) fruto - cor do fruto em estado intermediário; cor do fruto em estado maduro; forma do fruto; constrição anelar do cálice; margem do cálice; pescoço na base do fruto e tipo de epiderme.

Os dados de cada descritor quantitativo foram submetidos à análise de variância para verificar a existência de variabilidade entre as sub-amostras, sendo que aqueles referentes aos descritores NSF, CF, LF e PF foram transformados, para que fossem atendidos os pressupostos da referida análise. Aplicou-se a transformação $\sqrt{x+1}$ para a primeira característica e \sqrt{x} para as demais.

O critério de agrupamento de médias de Scott-Knott (SCOTT & KNOTT, 1974), a 5% de probabilidade, foi aplicado para os caracteres quantitativos, nos quais houve diferença significativa entre as sub-amostras.

Na análise multivariada dos dados quantitativos, também foram considerados apenas aqueles com diferenças significativas na univariada. A identificação da importância dos descritores foi feita com base no método de Singh (SINGH, 1981), e a divergência entre as sub-amostras foi determinada pelos métodos de agrupamento de Tocher (RAO, 1952) e UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*), com o emprego da distância de Mahalanobis como medida de dissimilaridade.

A análise dos descritores qualitativos consistiu na obtenção da matriz de dissimilaridades, com variáveis multicategóricas. Para obtenção dessa matriz, foi utilizada a moda de cada variável por sub-amostra, sem repetição. Posteriormente, realizaram-se as análises de agrupamento pelo Método de Tocher e o método hierárquico UPGMA.

As análises estatístico-genéticas foram realizadas com auxílio do programa Genes (CRUZ, 2006).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de variância evidenciou-se diferenças significativas entre as 23 sub-amostras de pimentas, para os sete descritores. As médias desses descritores diferiram estatisticamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade (Tabela 1). Considerando-se o número de dias para a emergência, a variação foi de sete a treze, com média de nove dias. Verificou-se grande variação para as características

NSF, CF, LF, PF e EP, havendo destaque para a sub-amostra BAGC 42, que atingiu as maiores médias para NSF (35), LF (3,55 cm), PF (9,85 g) e EP (2,9 mm). Já as menores médias foram observadas na sub-amostra BAGC 2, com apenas 4 sementes, 1,31 cm de comprimento, 0,44 cm de largura, 0,14 g de peso de matéria fresca e 0,5 mm de espessura da polpa.

Os coeficientes de variação (CV) do experimento variaram de 8,97% (LF) a 30,91% (NFA). Os valores discretos apresentados pela característica NFA contribuíram para um maior desvio padrão e, conseqüentemente, um maior CV, uma vez que esse coeficiente é obtido da relação entre o desvio padrão e a média. Na literatura consultada não há referencial de valores de CV que identifiquem especificamente o que poderia ser considerado, ao tratar-se da avaliação da precisão de experimentos voltados para essa cultura. Assim os valores de CV observados neste estudo foram satisfatórios, uma vez que foram detectadas diferenças significativas entre as sub-amostras para cada um dos sete descritores avaliados.

Tabela 1 Médias¹ dos descritores: número de dias para emergência (DE), número de flores por axila (NFA), número de sementes por fruto (NSF), comprimento do fruto (CF), largura do fruto (LF), peso do fruto (PF), e espessura da polpa (EP), avaliados em 23 sub-amostra de *Capsicum* spp. Teresina, PI, 2008.

Sub-amostras	DE	NFA	NSF*	CF (cm)*	LF (cm)*	PF (g)*	EP (cm)
BAGC 1	9 c	1 b	7 d	2,49 d	0,66 e	0,53 d	0,8 c
BAGC 2	11 b	2 a	4 d	1,31 e	0,44 e	0,14 d	0,5 c
BAGC 3	9 c	2 a	14 c	4,12 c	1,32 d	2,30 c	1,3 b
BAGC 6	8 c	2 a	17 b	1,39 e	1,56 c	1,42 c	2,0 a
BAGC 8	9 c	3 a	18 b	3,40 c	1,00 d	1,24 c	1,2 c
BAGC 10	8 d	1 b	12 c	3,02 c	0,77 e	0,75 d	1,1 c
BAGC 14	7 d	2 a	17 b	2,94 c	1,85 c	3,34 b	2,3 a
BAGC 15	8 c	2 a	21 b	3,60 c	1,97 c	4,15 b	2,4 a
BAGC 22	9 c	2 a	15 c	0,91 e	1,23 d	0,77 d	1,7 b
BAGC 31	9 c	2 a	19 b	3,46 c	1,52 c	2,29 c	1,6 b
BAGC 32	8 d	1 b	3 d	4,06 c	1,53 c	2,69 c	2,4 a
BAGC 37	9 c	1 b	18 b	2,50 d	0,75 e	0,63 d	0,9 c
BAGC 39	7 d	1 b	30 a	2,07 d	1,48 c	1,93 c	1,8 b
BAGC 40	7 d	1 b	19 b	6,88 a	0,73 e	1,69 c	1,2 c
BAGC 41	9 c	1 b	10 c	2,39 d	1,80 c	2,16 c	2,4 a
BAGC 42	9 c	2 a	35 a	3,02 c	3,55 a	9,85 a	2,9 a
BAGC 43	7 d	1 b	11 c	2,60 d	2,95 b	6,07 a	2,5 a
BAGC 47	10 b	2 a	33 a	4,00 c	2,56 b	7,28 a	2,9 a
BAGC 48	12 a	2 a	12 c	1,34 e	1,86 c	2,29 c	2,9 a
BAGC 52	9 c	2 a	31 a	5,26 b	1,83 c	4,54 b	1,6 b
BAGC 55	10 b	2 a	10 c	0,88 e	0,92 d	0,42 d	1,3 b
BAGC 58	13 a	2 a	8 d	2,00 d	0,58 e	0,28 d	0,6 c
BAGC 68	11 b	2 a	28 a	4,44 c	0,97 d	1,68 c	1,1 c
CV (%)	13,02	30,91	13,15	10,61	8,97	18,94	25,68
Média geral	9	2	17	2,96	1,47	2,54	1,71

¹Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

* Letras provenientes de dados transformados

Segundo Cruz e Regazzi (1994), a eficiência das técnicas de análise multivariada baseadas na matriz de correlação residual é dependente do diagnóstico de dependência linear ou multicolinearidade desta matriz, pois a colinearidade forte pode acarretar a formação de matrizes singulares ou mal condicionadas. Nesse estudo, houve fraca colinearidade entre as características avaliadas (número de condição = 45,84), permitindo o uso das mesmas nas análises multivariadas.

Pelo Método de Tocher foram formados oito grupos, com base em sete descritores quantitativos, cujas distâncias intra e intergrupo encontram-se na Tabela 2. O grupo I foi composto por sete sub-amostras de *Capsicum chinense* (BAGC 6, 22, 55, 14, 15, 31), um de *Capsicum baccatum* var. *pendulum* (BAGC 41) e um de *Capsicum annuum* var. *annuum* (BAGC 39). Todas as sub-amostras desse grupo tiveram frutos com menos de 2,0 cm de largura e a espessura da polpa variou de 1,3 mm a 2,4 mm. As sub-amostras BAGC 6, BAGC 22 e BAGC 55 conhecidos popularmente como pimentas “cereja”, “murici” e “olho de peixe” exibiram frutos pequenos de aproximadamente 1,0 cm, sendo adequados para uso ornamental. O grupo II conteve quatro sub-amostras de *Capsicum frutescens* (BAGC 10, BAGC 37, BAGC 1, BAGC 68) e três de *Capsicum chinense* (BAGC 3, BAGC 8, BAGC 52). Nesse grupo foram observadas as menores médias para a espessura da polpa, sendo o menor valor para a sub-amostra BAGC 1 (0,8 mm).

O grupo III foi constituído por duas sub-amostras de *Capsicum frutescens* (BAGC 2 e BAGC 58). As características de maior similaridade para o grupo foram NFA (duas), EP (0,5 mm e 0,6 mm), LF (0,44 cm e 0,58 cm) e PF (0,14 g e 0,28 g). Esse foi o grupo com a menor distância intragrupo (14,80), indicando pouca variabilidade intrínseca (Tabela 3). No grupo IV foram alocados duas sub-amostras de *Capsicum chinense* (BAGC 42 e BAGC 47). A média do número de sementes nesse grupo foi superior a 30 e nele foram registradas as maiores espessuras da polpa, larguras e pesos de fruto. A sub-amostra BAGC 43 (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*), foi a única a constar no grupo V. Os descritores de destaque foram a LF (2,95 cm), PF (6,07 g) e EP (2,5 mm).

A sub-amostra BAGC 48 (*Capsicum chinense*), conhecida como pimenta “bode vermelha”, foi a única a constar no grupo VI. Ela teve a maior média de EP (2,9 mm) e 12 dias para emergência, o maior valor dentre as *Capsicum chinense*. A menor distância ocorreu entre esse grupo e o grupo V (34,88). Nos dois grupos os valores para DE e NSF foram próximos. O grupo VII conteve somente a sub-amostra BAGC 32 (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*), cujo comprimento foi o maior dentre as sub-amostras dessa variedade (4,06 cm). Já o grupo VIII foi formado apenas pela sub-amostra BAGC 40 (*Capsicum annuum* var. *annuum*), conhecida como pimenta “mexicana longa”, a qual exibiu a maior média para CF (6,88 cm). A maior distância foi observada entre esse grupo e o grupo IV (303,35). Os dois grupos divergiram em relação aos descritores LF, PF e EP.

Segundo Vasconcelos et al. (2007), o método de Tocher apresenta a distância média dentro dos grupos sempre menor que a distância média entre os grupos, portanto, haverá mais homogeneidade entre os acessos de um mesmo grupo do que entre os acessos de diferentes grupos. Esse princípio foi observado nesse trabalho. De acordo com Benin et al. (2002), os genótipos reunidos em grupos mais distantes dão um indicativo de serem dissimilares, podendo ser considerados como promissores em cruzamentos artificiais. Entretanto, além de dissimilares, é necessário que os genitores associem média elevada e variabilidade para os caracteres que estejam sendo melhorados.

Tabela 2 Distâncias médias intra e intergrupos de *Capsicum* spp, com base no método de Tocher. Teresina, PI, 2008.

Grupos	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	25,47	51,67	67,18	79,99	55,04	43,67	50,09	156,65
II		20,08	42,72	155,54	141,04	113,83	54,25	56,28
III			14,80	187,92	156,55	97,95	73,80	123,18
IV				27,71	50,42	55,01	137,24	303,35
V					0	34,88	67,23	295,12
VI						0	78,21	278,48
VII							0	115,77
VIII								0

Pelo método hierárquico UPGMA, formaram-se três grupos, considerando-se o corte a uma distância genética de aproximadamente 53% (Figura 1), conforme o critério mencionado por Cruz e Carneiro (2003), no qual os pontos de alta mudança de nível são considerados delimitadores do número de genótipos para determinado grupo. O grupo I foi composto por sete sub-amostras de *Capsicum chinense* (BAGC 6, BAGC 22, BAGC 55, BAGC 14, BAGC 15, BAGC 47, BAGC 48), um de *Capsicum annuum* var. *annuum* (BAGC 39) e três de *Capsicum baccatum* var. *pendulum* (BAGC 32, BAGC 41 e BAGC 43). Esse grupo reuniu as sub-amostras com as maiores médias de espessura da polpa, característica importante para o consumo *in natura*, variando de 1,3 mm a 2,9 mm. Em tal grupo foram reunidos os integrantes dos grupos I, V, VI, VII e a sub-amostra BAGC 47 do grupo IV, originados pelo método de Tocher. O grupo II conteve seis sub-amostras de *Capsicum frutescens* (BAGC 2, BAGC 58, BAGC 10, BAGC 37, BAGC 1, BAGC 68), quatro de *Capsicum chinense* (BAGC 3, BAGC 31, BAGC 8, BAGC 52) e uma de *Capsicum annuum* var.

annuum (BAGC 40). A maioria das sub-amostras do grupo emergiu em nove dias. Os frutos foram delgados chegando a menos de 0,5 cm de largura, valor observado para a sub-amostra BAGC 2, conhecida como “malagueta” ou “malagueta verdadeira”. O grupo também se caracterizou por apresentar as menores espessuras de polpa, variando de 0,5 cm a 1,6 cm. No grupo III ficou somente a sub-amostra BAGC 42 (*Capsicum chinense*) que se destacou por possuir as maiores médias de número de sementes por fruto, espessura da polpa, largura e peso do fruto.

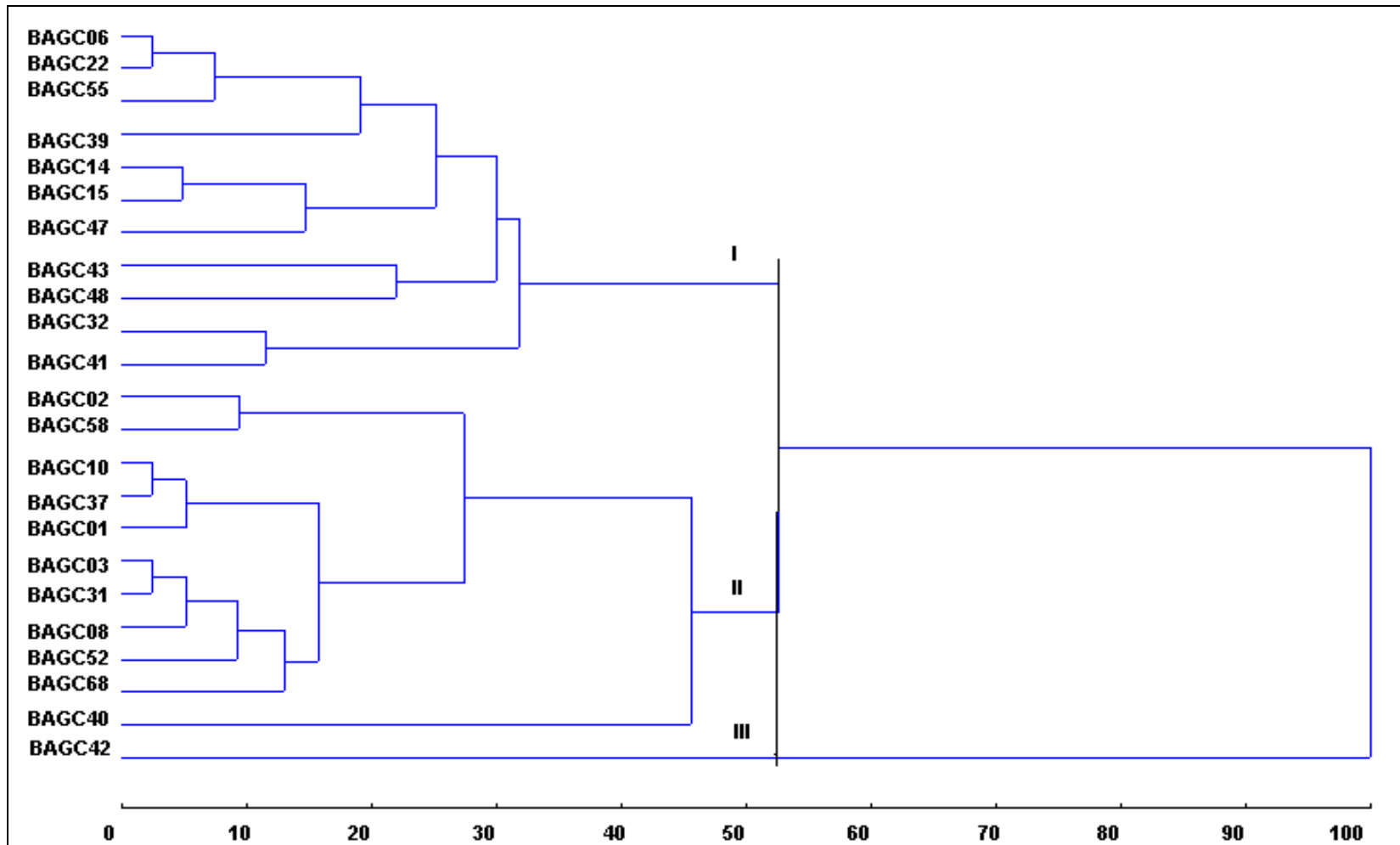


Figura 1. Dendrograma de dissimilaridades genéticas entre 23 sub-amostras de *Capsicum* sp., obtido pelo método hierárquico UPGMA, com base em sete descritores quantitativos, utilizando-se a distância generalizada de Mahalanobis. Teresina, PI, 2008.

O método de Tocher possibilitou a formação de oito grupos distintos, com base em 19 descritores qualitativos multicategóricos, utilizando-se a matriz de dissimilaridade (Tabela 3). O grupo I reuniu todas as sub-amostras de *Capsicum frutescens*, denominadas popularmente de “malaguetas”, cujos frutos são muito picantes, embora haja exceção, como a sub-amostra BAGC 58, denominada Malagueta doce. Esse grupo também se caracterizou por diferenças na cor dos frutos durante a maturação, passando de verde para laranja e depois para vermelho, quando maduros. A coloração dos frutos maduros é a principal característica considerada no desenvolvimento de cultivares para produção de páprica. Segundo Casali e Stringueta (1984), quanto maior o teor de pigmentos vermelhos, mais intensa é a coloração do pó. O grupo II foi formado por três sub-amostras de *Capsicum chinense*, BAGC 6, BAGC 22 e BAGC 55, conhecidas como pimentas “Cereja” e “Olho de peixe”, cujas flores são eretas e os frutos têm coloração vermelha (BAGC 6), laranja (BAGC 22; BAGC 55) e formato arredondado, sendo indicados tanto para o consumo *in natura* como para fins ornamentais.

O grupo III conteve seis sub-amostras de *Capsicum chinense* (BAGC 14, 15, 47, 52, 8, 31), que foram similares em relação às seguintes características: hipocótilo roxo, caule verde com manchas púrpuras, anteras roxas, corola branco-esverdeada, presença de constrição anelar do cálice, cálice com margem intermediária e hábito de crescimento intermediário. O grupo IV foi constituído pelas sub-amostras de *Capsicum annuum* var. *annuum*, BAGC 39 (mexicana roxa) e BAGC 40 (mexicana longa), com dezoito descritores em comum, diferenciando-se somente com relação à forma do fruto (triangular e alongado). No grupo V ficaram as três sub-amostras de *Capsicum baccatum* var. *pendulum* (BAGC 41, 43, 32), caracterizadas por exibirem hipocótilo roxo, caule verde com manchas roxas, anteras amarelas, corola branca com manchas amarelas, frutos imaturos laranja, frutos maduros vermelhos e cálice dentado.

As sub-amostras de *Capsicum chinense*, BAGC 48, BAGC 3 e BAGC 42, divergiram em relação a alguns descritores dos grupos II e III, formando três grupos isolados (grupos VI, VII e VIII). A primeira possui flores intermediárias, anteras amarelas e hábito de crescimento ereto. A segunda foi a única a apresentar a cor do fruto amarelo alaranjado, quando maduro. Somente a sub-amostra BAGC 42 apresentou frutos maduros laranja-pálidos e quadrangulares.

Tabela 3 Agrupamento de 23 sub-amostras de *Capsicum* spp. pelo método de Tocher, com base em 19 descritores qualitativos multicategóricos, utilizando a matriz de dissimilaridade. Teresina, UFPI, 2008.

Grupo	Sub-amostras
I	BAGC 2, BAGC 37, BAGC 58, BAGC 1, BAGC 10, BAGC 68
II	BAGC 6, BAGC 22, BAGC 55
III	BAGC 14, BAGC 15, BAGC 47, BAGC 52, BAGC 8, BAGC 31
IV	BAGC 39, BAGC 40
V	BAGC 41, BAGC 43, BAGC 32
VI	BAGC 48
VII	BAGC 3
VIII	BAGC 42

O agrupamento pelo método hierárquico UPGMA formou quatro grupos, considerando-se o corte próximo a 73% de distância genética (Figura 2). O supergrupo I reuniu quatorze sub-amostras e nele estão contidos dois subgrupos. O primeiro foi composto por todas as sub-amostras de *Capsicum frutescens* (BAGC 02, BAGC 37, BAGC 58, BAGC 01, BAGC 10, BAGC 68), e o segundo subgrupo conteve oito sub-amostras de *Capsicum chinense* (BAGC 48, BAGC 03, BAGC 14, BAGC 15, BAGC 47, BAGC 52, BAGC 08, BAGC 31). Nesse grupo predominaram os frutos de forma alongada. O grupo II foi formado pelas sub-amostras BAGC 06, BAGC 22, BAGC 55, BAGC 42 (*Capsicum chinense*), todas com frutos de forma arredondada. O grupo III foi constituído pelas sub-amostras BAGC 41, BAGC 43 e BAGC 32, representantes da espécie *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. No grupo IV ficaram as sub-amostras BAGC 39 e BAGC 40, sendo os dois da espécie *Capsicum annuum* var. *annuum*. Os dois últimos grupos foram idênticos aos grupos V e IV formados pelo método de Tocher.

Comparando-se os agrupamentos realizados com base em descritores quantitativos e qualitativos, constatou-se que o primeiro tipo de agrupamento foi eficiente em diferenciar as sub-amostras, desconsiderando as espécies às quais as mesmas pertenciam. É compreensível tal resultado, uma vez que as características quantitativas são muito influenciadas pelo ambiente. Por outro lado, os agrupamentos baseados em descritores qualitativos multicategóricos mostraram um grande potencial em unir as sub-amostras conforme a espécie botânica. Isto ocorreu, provavelmente, pelo fato dessas características serem controladas por poucos genes e, portanto, menos afetadas pelo ambiente. Outra razão, é que a

taxonomia clássica normalmente utiliza essas características para classificar as espécies.

Entre os grupos formados pelo método hierárquico UPGMA, a partir de descritores qualitativos, somente a espécie *Capsicum frutescens* não se distinguiu das demais, constituindo um grupo juntamente com sub-amostras de *Capsicum chinense*. No entanto, conforme Cruz (2006), nos métodos hierárquicos, ao contrário do método de Tocher, que forma grupos mutuamente exclusivos, não há uma preocupação com o número ótimo de grupos, uma vez que o interesse está na árvore e nas ramificações obtidas. Assim a proximidade entre essas espécies, mostrada no dendrograma está em concordância com a hipótese sugerida por Pickersgill (1997), segundo a qual *Capsicum annum*, *Capsicum chinense* e *Capsicum frutescens* são intimamente relacionadas, formando o complexo *C. annum*. A mesma observação foi feita em trabalhos realizados por Buso et al. (2001), Sudré et al. (2005) e Sudré et al. (2006).

As características que mais contribuíram para a divergência genética pelo método proposto por Singh (SINGH, 1981) foram: peso do fruto, com 37,95% e comprimento do fruto, com 28,68% (Tabela 4). Esse resultado indica a possibilidade de seleção de genótipos superiores para as referidas características, importantes na comercialização *in natura*. Resultados semelhantes foram encontrados por Sudré et al. (2005), em estudo conduzido com 56 acessos de *Capsicum*, utilizando técnicas multivariadas.

Tabela 4 Contribuição relativa de sete descritores para a divergência genética entre 23 sub-amostras de *Capsicum* spp, pelo método de Singh (SINGH, 1981). Teresina, PI, 2008.

Caráter	%
Peso do fruto	37,95
Comprimento do fruto	28,68
Número de sementes por fruto	10,33
Espessura da polpa	10,02
Dias para emergência	6,39
Número de flores por axila	4,15
Largura do fruto	2,47

O descritor que menos contribuiu para a divergência genética foi a largura do fruto (2,47%). Um critério utilizado para decidir se a característica de menor contribuição pode ser descartada consiste em se verificar o efeito sobre o

agrupamento inicial, conforme fizeram Rego et al. (2003), em estudo comparativo de métodos de descarte de variáveis para a análise da diversidade genética de pimentas, no qual concluíram que a eficiência do método de descarte, está em apontar variáveis que não alteram o padrão inicial de agrupamento. Utilizando esse procedimento no presente estudo, observou-se mudança no agrupamento pelo método de Tocher. A retirada do segundo descritor com menor contribuição (número de flores por axila), não alterou o agrupamento inicial, indicando que a eliminação pode ser feita sem problemas. A retirada somente da segunda variável com menor contribuição (área da copa da planta), também não modificou o agrupamento, no trabalho realizado por Bento et al. (2007), que teve como objetivo a quantificação da divergência fenotípica entre 29 acessos de *Capsicum* spp., com base em caracterização morfológica e agrônômica.

A divergência genética existente entre as 23 sub-amostras caracterizadas foi expressa pela variabilidade de cores, formatos e tamanhos dos frutos. Essa variabilidade é importante sob vários aspectos, como o da conservação e da economia. No que se refere à conservação, Zewdie et al. (2004) afirmaram que o uso e manejo de coleções de germoplasma aumentariam se fosse selecionado um número limitado de acessos geneticamente divergentes, representando a diversidade genética de toda a coleção. Sob o ponto de vista econômico, há a oportunidade de serem comercializados tipos menos conhecidos, cujos frutos poderão ser consumidos *in natura*, em molhos ou conservas. Outra possibilidade é o uso das pimentas como plantas ornamentais.

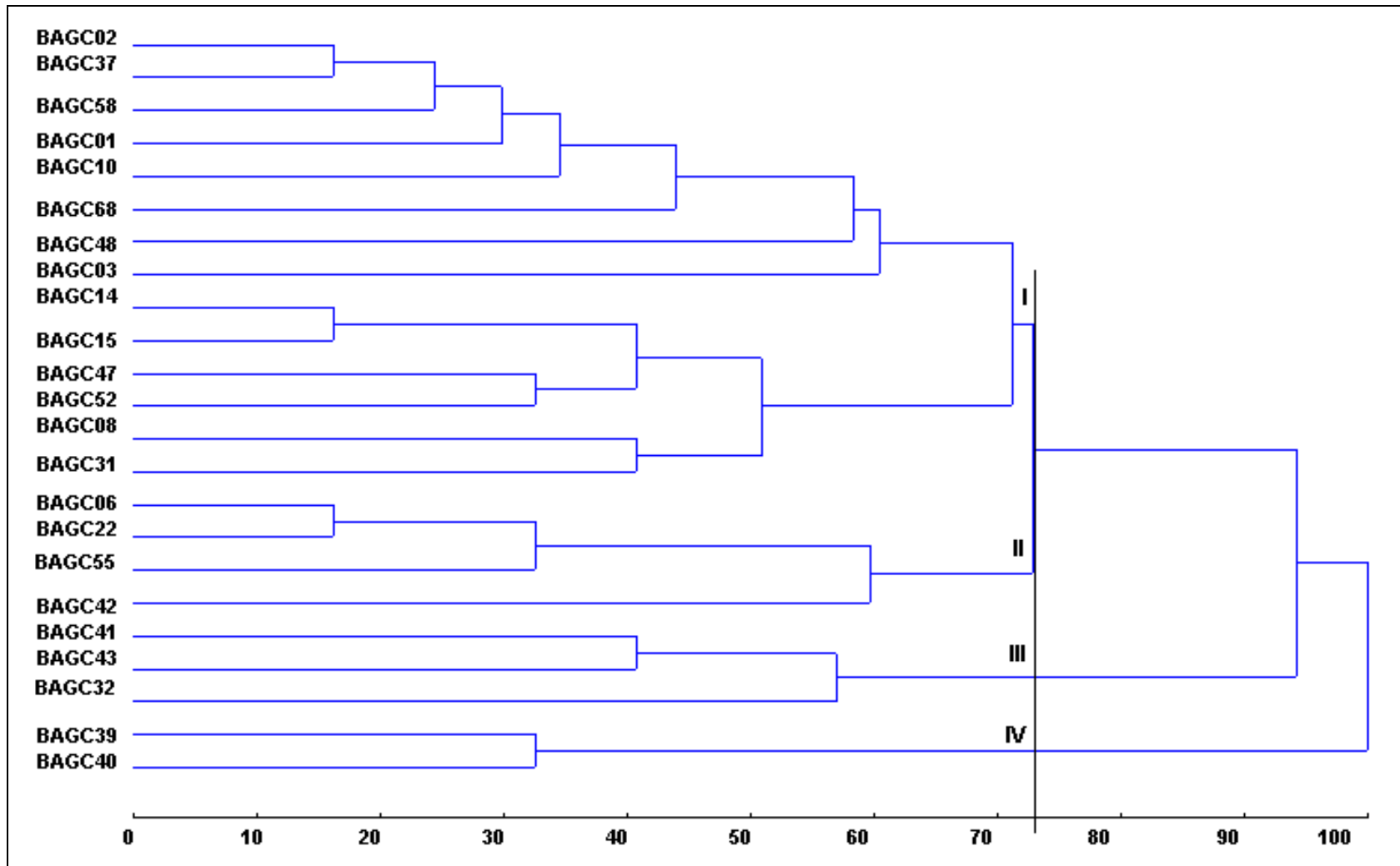


Figura 2. Dendrograma de dissimilaridades genéticas entre 23 sub-amostras de *Capsicum* spp., obtido pelo método hierárquico UPGMA com base em dezenove descritores qualitativos multicategóricos, utilizando a matriz de dissimilaridade. Teresina, PI, 2008.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENIN, G.; CARVALHO, F. I. F.; ASSMANN, I. C.; CIGOLINI, J.; CRUZ, P. J.; MARCHIORO, V. S.; LORENCETTI, C.; SILVA, J.A.G. Identificação da dissimilaridade genética entre genótipos de feijoeiro comum (*phaseolus vulgaris* L.) do grupo preto. **Revista brasileira de Agrociência**, v. 8, n. 3, p. 179-184, 2002.

BENTO, C. S.; SUDRE, C. P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; PEREIRA, M. G. Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 2, p. 149-156, 2007.

BUSO, G. S. C.; LOURENÇO, R. T.; BIANCHETTI, L. de B.; LINS, T. C. de L.; POZZOBON, M. T.; AMARAL, Z. P. de S.; FERREIRA, M. E. **Espécies silvestres do gênero *Capsicum* coletadas na Mata Atlântica Brasileira e sua relação genética com espécies cultivadas de pimenta: uma primeira abordagem genética utilizando marcadores moleculares**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. 22p.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. De B.; BUSTAMANTE, P. G.; SILVA, D. B. **Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) da Embrapa Hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2003. 49 p.

CASALI, V. W. D.; STRINGHETA, P. C. Melhoramento de pimentão e pimenta para fins industriais. **Informe Agropecuário**, v. 10, n. 113, p. 23-24, 1984.

CINTRA, M. M. D. F.; PINHEIRO, J. B.; SIBOV, S. T. Genetic divergence among *Curcuma longa* L. accessions. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 5, n.4, p. 410-417, 2005.

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

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

CRUZ, C. D. **Programa Genes: Análise multivariada e simulação**. Viçosa, Editora UFV, 2006, 175p.

IPGRI. **Descritores para *Capsicum* (*Capsicum* spp)**. Roma: IPGRI, 1995. 51 p.

MOURA, W. M.; CASALI, V. W. D.; CRUZ, C. D.; LIMA, P. C. Divergência genética em linhagens de pimentão em relação à eficiência nutricional de fósforo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 34, n. 2, p. 217-224, 1999.

PICKERSGILL, B. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. **Euphytica**, v. 96, n. 1, p. 129-133, 1997.

PINTO, C. M. F.; PUIATTI, M.; CALIMAN, F. R. B.; MOREIRA, G. R.; MATTOS, R. N. Clima, época de semeadura, produção de mudas, plantio e espaçamento na cultura da pimenta. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 235, p. 40-49, 2006.

RAO, R. C. Advanced statistical methods in biometric research. New York: John Wiley, 1952, 390 p.

REGO, E. R.; REGO, M. M.; CRUZ, C. D.; CECON, P. R.; AMARAL, D. S. S. L.; FINGER, F. Genetic diversity analysis of peppers: a comparison of discarding variable methods. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. Viçosa, v. 3, n. 1, p. 19-26, 2003.

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

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, v. 41, n. 2, p. 237-245, 1981.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SUDRÉ, C. P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; KARASAWA, M.; AMARAL JUNIOR, A. T. Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. **Horticultura brasileira**, v. 23, n. 1, p. 22-27, 2005.

SUDRÉ, C.P.; CRUZ, C..D.; RODRIGUES, R; RIVA, E.M.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; SILVA, D.J.H.; PEREIRA, T.N.S..Variáveis multicategóricas na determinação da divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão. **Horticultura Brasileira**, v.24, n. 1, p. 88-93, 2006.

VASCONCELOS, E. S.; CRUZ, C. D.; BHERING, L. L.; RESENDE JÚNIOR, M. F. R. Método alternativo para análise de agrupamento. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 42, n. 10, p.1421-1428, 2007.

ZEWDIE, Y.; TONG, N.; BOSLAND, P. Establishing a core collection of *Capsicum* using a cluster analysis with enlightened selection of accessions. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 51, n. 2, p. 147-151, 2004.

6 CONCLUSÕES GERAIS

- As chaves morfológicas são úteis para a identificação botânica das sub-amostras de *Capsicum*, embora a Chave 1 necessite de mais informações sobre as espécies *Capsicum frutescens* e *Capsicum chinense*;
- A análise discriminante de Anderson é eficiente na diferenciação das sub-amostras de *Capsicum*;
- O método de Tocher e o método hierárquico UPGMA são eficientes em diferenciar as sub-amostras, a partir de descritores quantitativos, e têm grande potencial para reunir as sub-amostras conforme a espécie botânica, quando baseados em descritores qualitativos multicategóricos;
- Os descritores de plântula variam pouco entre as quatro espécies estudadas, atuando apenas como complemento aos descritores de flor e fruto.
- As 23 sub-amostras da coleção de germoplasma da UFPI, são divergentes para os descritores avaliados, com frutos de cores, formatos e tamanhos variados;

ANEXO

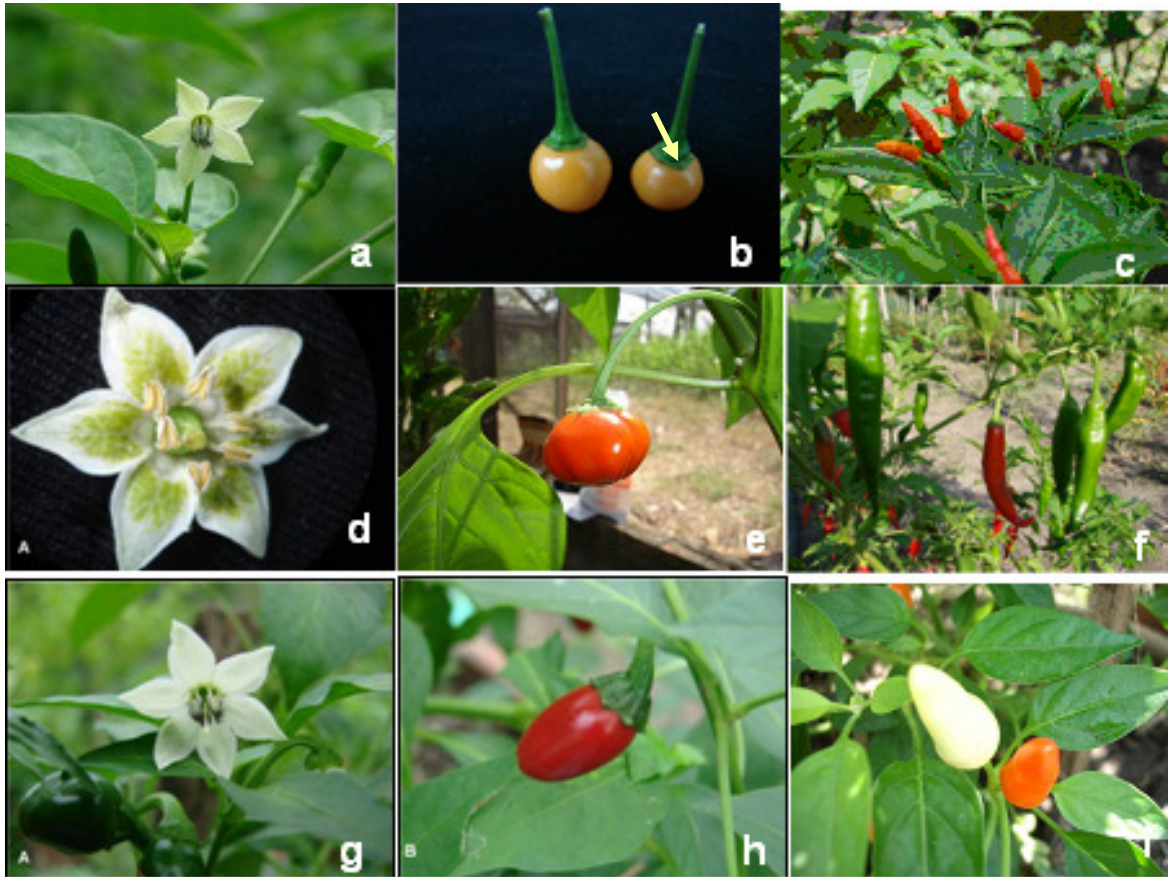


Figura 1 Características discriminantes das quatro espécies cultivadas do gênero *Capsicum*. a) Corola branco-esverdeada da sub-amostra BAGC 2 (*Capsicum frutescens*); b) Constrição anelar do cálice da sub-amostra BAGC 22 (*Capsicum chinense*); c) Frutos de pimenta “malagueta” (*Capsicum frutescens*); d) Manchas na corola da sub-amostra BAGC 54 (*Capsicum baccatum* var. *baccatum*); e) Fruto arredondado da sub-amostra BAGC54; f) Frutos alongados da sub-amostra BAGC 32 (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*); g) Corola branca (*Capsicum annuum*); h) Fruto da sub-amostra BAGC 20 (*Capsicum annuum* var. *annuum*); i) Frutos da sub-amostra BAGC 11 (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*).