

DIVERGÊNCIA GENÉTICA E AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À
MANCHA BACTERIANA EM *CAPSICUM* SPP.

CLÁUDIA POMBO SUDRÉ

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

MARÇO – 2003

DIVERGÊNCIA GENÉTICA E AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À
MANCHA BACTERIANA EM *Capsicum* spp.

CLÁUDIA POMBO SUDRÉ

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em produção Vegetal”.

Orientadora :Prof^a Rosana Rodrigues

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
MARÇO – 2003

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 021/2003

Sudré, Cláudia Pombo

Divergência genética e avaliação da resistência à mancha bacteriana em *Capsicum* spp. / Cláudia Pombo Sudré. – 2003.
112 f. : il.

Orientadora: Rosana Rodrigues

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2003.

Bibliografia: f. 102 – 112.

1. *Capsicum* spp. 2. Pimenta 3. Divergência genética 4. Recurso genético 5. Análise multivariada 6. *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* 7. Mancha bacteriana I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 635.643932

DIVERGÊNCIA GENÉTICA E AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À
MANCHA BACTERIANA EM *Capsicum* spp.

CLÁUDIA POMBO SUDRÉ

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em produção Vegetal”.

Aprovada em 14 de março de 2003.

Comissão Examinadora:

Prof.^a Telma Nair Santana Pereira (Ph.D., Melhoramento de Plantas) – UENF

Prof. Antônio Teixeira do Amaral Júnior (D.Sc., Genética e Melhoramento) – UENF

Prof. Derly José Henriques da Silva (D. Sc., Melhoramento de Hortaliças e
Recursos Genéticos) - UFV

Prof.^a Rosana Rodrigues (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF
Orientadora

Dedico

À minha família por me amar incondicionalmente. Essa tese é fruto nosso, parabéns aos mestres Hermes, Janyra, Clair, Laila e Lilia por terem contribuído para nossa tese. E parabéns especial à pequena grande mestra Aminthia, que me ensinou a ser mãe. Obrigada por vocês existirem, cada um é especial no meu coração, amo vocês!

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me presenteado com a vida;

A todos os Professores do LMGV/CCTA/UENF que deram apoio para que eu pudesse cursar o Mestrado em Produção Vegetal na UENF;

À Professora Rosana Rodrigues pela oportunidade de crescer, incentivo, orientação verdadeira, entusiasmo pelo trabalho (até demais!), e sobretudo amizade;

Ao Professor Amaral por ter-me apresentado a análise multivariada, “caetaneamente espetacular e linda”;

Aos Professores Telma, Derly e Amaral por contribuírem como membros da banca examinadora, dando sugestões, que foram de grande valia para a redação final da tese;

Ao Prof. Constantino por acreditar em mim e ser amigo sempre;

Ao Pesquisador Luciano de Bem Bianchetti da Embrapa/CENARGEN por estar sempre disposto a ensinar e por ter identificado os acessos de *Capsicum annum* var. *glabriusculum*;

Aos meus cunhados Fabrício e Abel por estarem sempre dispostos a ajudar;

À Marta Simone pela amizade e por ter fornecido os dados climatológicos dentro da casa de vegetação e ao Professor Elias, do LEAG/UENF, por ter cedido os dados climatológicos da Estação Evapotranspirométrica da UENF;

Aos Professores Eliemar, Almy e Alcilene por emprestarem as máquinas fotográficas digitais;

Ao Guilherme e André (pós-modernos), do setor de informática, por entenderem as limitações de alguns seres humanos, especialmente as minhas.

A todos que doaram acessos de pimenta (Telma; Lúcia Helena; Inorbert; Marlúcia; Carlos; Kadum; Prof. Silvério; Maurício; Rosana; Semírames; Hermes; Alice; Prof. Cyro; Aninha, entre outros);

A Lúcia, Magda e Jovana da Biblioteca por terem paciência e carinho;

Aos meus amigos da Rural (Lúcia Helena, André Bispo, Ana Paula Pegorer, Ana Paula Ferreira, Cristiane, Luriana e muitos outros), todos eternos em meu coração. A Sheila e Luciene Tausch pelo carinho eterno e às minhas quatro irmãs: a Léa (irmã de verdade, amiga sobre todas as coisas), a Nádia (super enfermeira, cura qualquer dengue), a Elaine (irmã de coração, mas “case” nas horas vagas) e a Mina (“japagirl” mais paraguaia de Minas). AMO VOCÊS!!!

À Fernanda, Fabiéli, Gisele, Inga, Eduardo, Leonardo, Gustavo e Cíntia pela ajuda e coleguismo;

À Vitória Régia por simplesmente ser do bem e emanar uma energia linda, e ao Rogério Daher por ajudar na biometria II;

Aos funcionários da UENF, com os quais aprendi muito, principalmente aos técnicos Herval, Maurício e José Manoel, exemplos de competência e seriedade.

Aos secretários do CCTA (Daniel, Patrícia, Laila, Isa, André, Paulo, Ângela, Fátima e Marcelo);

Aos funcionários de campo, antigos e novos, por me respeitarem e pela amizade. Sem vocês eu não teria tese. Meu carinho especial a todos (Juvenal – *in memoriam*, José Carlos, Serginho, Paulo, Tabaco, Irineu, Edílson, Jocimar, Gilberto, Rodrigo, André, Francisco, júnior, Luís Augusto, Alcimar e Zélio);

Aos guardas da UAP pela amizade e ajuda (Henrique e Everaldo);

A Cláudia Pombo por não ter desistido...

Enfim, a todos aqueles que me deram força, do fundo do meu



MUITO OBRIGADA!!!

SUMÁRIO

Dedicatória.....	ii
Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	viii
Abstract.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	04
2.1- Origem e Evolução.....	04
2.2. Botânica.....	06
2.3. Importância econômica e formas de utilização.....	08
2.4. Caracterização e avaliação de germoplasma.....	10
2.4.1. Descritores.....	11
2.5. Divergência genética e métodos multivariados.....	12
2.5.1. Distância generalizada de Mahalanobis.....	13
2.5.2. Métodos de agrupamento.....	14
2.5.3. Projeção das distâncias no plano.....	15
2.5.4. Variáveis canônicas.....	16
2.5.5. Importância relativa dos caracteres na divergência genética.....	17

2.5.6. Correlações entre caracteres.....	17
2 .6. Melhoramento de <i>Capsicum</i> e resistência à <i>Xanthomonas</i> <i>axonopodis</i> pv. <i>vesicatoria</i>	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
3.1. Caracterização morfoagronômica.....	22
3.2. Análise estatística.....	29
3.2.1. Análise de variância.....	29
3.2.2. Comparação entre as médias.....	30
3.2.3. Correlação não paramétrica de Spearman.....	30
3.2.4. Correlação canônica.....	31
3.2.5. Análise multivariada.....	32
3.2.5.1. Distância Generalizada de Mahalanobis.....	32
3.2.5.2. Análise de agrupamento.....	33
3.2.5.2.1. Método Hierárquico do Vizinho mais Próximo.....	33
3.2.5.2.2. Método de Otimização de Tocher.....	34
3.2.5.2.3. Projeção das distâncias no plano.....	34
3.2.5.3. Variáveis canônicas.....	36
3.2.4.4. Importância relativa das características.....	37
3.3. Avaliação da reação à mancha bacteriana.....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1. Caracterização morfoagronômica - caracteres qualitativos.....	42
4.1.2. Correlação de Spearman.....	55
4.2. Caracterização morfoagronômica – caracteres quantitativos.....	57
4.2.1. Análise de variância.....	57
4.2.2. Correlações canônicas.....	67
4.3. Análise multivariada.....	68
4.3.1. Métodos de agrupamento.....	69
4.3.1.1. Método hierárquico do vizinho mais próximo.....	69
4.3.1.2. Método de otimização de Tocher.....	79
4.3.2. Projeção das distâncias no plano.....	80
4.3.3. Variáveis canônicas.....	80
4.3.4. Importância relativa das características.....	85
4.4. Avaliação da resistência à mancha bacteriana.....	85

4.4.1. Avaliação da reação em folhas de <i>Capsicum</i> spp. da inoculação de <i>Xav</i> na concentração de 10^3 céls/ml.....	87
4.4.2. Avaliação da reação de frutos imaturos de <i>Capsicum</i> spp. à inoculação de <i>Xav</i>	88
4.4.3. Avaliação da reação de frutos maduros de <i>Capsicum</i> spp. à inoculação de <i>Xav</i>	89
4.4.4. Avaliação da Resposta Hipersensível em folhas de <i>Capsicum</i> spp.....	93
4.4.5. Correlação de Spearman entre caracteres para reação à <i>Xav</i>	96
5. RESUMOS E CONCLUSÃO.....	99
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102

RESUMO

SUDRÉ, C.P.; M.S.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro;
Divergência genética e avaliação da resistência à mancha bacteriana em *Capsicum* spp. Professora orientadora: Rosana Rodrigues. Professor Conselheiro: Antônio Teixeira do Amaral Júnior

Há conhecimento da existência do gênero *Capsicum* a, aproximadamente, 10.000 anos. Várias hipóteses foram formadas quanto ao número de espécies pertencentes ao gênero. Atualmente, 27 espécies estão classificadas, sendo 22 silvestres e cinco domesticadas. Estima-se, todavia, que outras se extinguíram sem nunca terem sido descritas e outras ainda serão coletadas e classificadas. No último século, surgiu o conceito da genética e, conseqüentemente, a consciência da importância em se proteger e conhecer os recursos genéticos, para que possam ser utilizados da forma mais adequada e com maiores chances de sucesso. O presente trabalho objetivou estudar a divergência genética entre 60 acessos da coleção de germoplasma de *Capsicum* spp. do CCTA/UENF (Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias/Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro) com base na caracterização morfoagronômica e avaliá-los quanto à resistência à

mancha bacteriana. Foram conduzidos dois experimentos, no delineamento em blocos casualizados, um deles em condições de campo e o outro em casa de vegetação na Unidade de Apoio à Pesquisa (UAP) do CCTA/UENF, o primeiro no período de novembro de 2001 a julho de 2002, objetivando a caracterização morfoagronômica, e o segundo no período de fevereiro de 2002 a setembro de 2002, para avaliar a reação dos acessos à mancha bacteriana. Utilizaram-se 27 características da lista de descritores de *Capsicum* spp. do IPGRI (1995), para a caracterização morfoagronômica, sendo 15 qualitativos, que foram avaliados por distribuição de frequência, e 12 quantitativos, que foram analisados por métodos uni e multivariados (análises de variância, método Hierárquico do Vizinho mais Próximo, método de Otimização de Tocher, projeção das distâncias no plano, variáveis canônicas e importância relativa das características pelo método de Singh). A avaliação da resistência dos acessos de *Capsicum* à mancha bacteriana foi realizada em folhas e frutos. Em folhas, foram inoculadas duas concentrações, 10^3 e 10^8 células/ml pelo método de infiltração. Em frutos imaturos e maduros, a inoculação foi realizada com auxílio de uma agulha previamente contaminada por colônias de *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (Xav), cultivadas em placas de Petri. Com a caracterização morfoagronômica qualitativa, foi possível identificar, em nível de espécie, todos os acessos da coleção, além de revelar a grande variabilidade existente entre os acessos. Houve diferença significativa entre os acessos de *Capsicum* para todas as variáveis quantitativas analisadas. As técnicas multivariadas aplicadas foram concordantes entre si e permitiram concluir que os acessos analisados são divergentes e possuem variabilidade genética, pois houve a formação de oito grupos distintos. Pelo método do vizinho mais próximo, observou-se a formação de subgrupos de acordo com os tipos de frutos (“malaguetas”, “pimenta-de-cheiro”, pimenta “saco-de-bode”, dentre outros). Pelo método Singh, as variáveis que mais contribuíram para a divergência genética entre os acessos de *Capsicum* spp. foram comprimento do fruto, diâmetro do fruto, número de sementes por fruto e peso médio do fruto. Quanto à resistência à mancha bacteriana, sete acessos foram altamente resistentes, sendo promissores para serem utilizados em programas de melhoramento visando à resistência a doenças. Com base nos dados obtidos, pôde-se indicar possíveis cruzamentos entre genótipos e entre grupos divergentes e superiores.

ABSTRACT

SUDRÉ, C.P.; M.S.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro;
Genetic divergence and evaluation of resistance to bacterial spot in *Capsicum* spp. Adviser: Professor Rosana Rodrigues. Counselor Professor: Conselheiro: Antônio Teixeira do Amaral Júnior.

It is known about the existence of genus *Capsicum* for approximately 10,000 years. Several hypotheses were formed about the number of species that belongs to the genus. Currently, 27 species were classified, from which 22 are wild and 5 domesticated. It is estimated, nevertheless, that others had been extinguished without been described and others will be collected and classified. In the last century, it has appeared the genetics concept and, consequently, the importance of protecting and knowing the genetic resources, in manner that they can be used by the most adequate way and with better chances of success. The present work aimed to study the genetic divergence among 60 accessions from the germplasm collection of *Capsicum* spp. from CCTA/UENF (Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias/Universidade Estadual do Norte Fluminense), based on the morphoagronomic characterization, and evaluate them about the resistance to bacterial spot. Two experiments were conducted, in random block desing, one of

them in field conditions and the other in greenhouse in the Unidade de Apoio à Pesquisa (UAP) in CCTA/UENF, from November 2001 to July 2002 and from February 2002 to September 2002, respectively. They were used 27 characteristics from the IPGRI (1995) descriptors list for *Capsicum* spp. to morphoagronomic characterization, from which 15 were qualitative and had been evaluated by the frequency distribution, and, 12 were quantitative and had been analyzed by uni- and multi-variance methods (variance analyses, hierarchical method of the closest neighbor, Tocher optimization method, projection of distances in the plan, canonic variables and relative importance of the characteristics by the Singh method). The evaluation of resistance of the accession of *Capsicum* to the bacterial spot was realized in leaves and fruits. In the leaves, two concentrations, 10^3 and 10^8 cells/ml, were inoculated by the infiltration method. In immature and mature fruits, the inoculation was realized with the aid of a needle previously contaminated by colonies of *Xanthomonas axonopodis* pv. *Vesicatoria* (Xav) cultivated in dish plates. With the morphoagronomic qualitative characterization it was possible to identify, in respect to species, all the accessions of the collection, besides it has shown the great variability existent among the accessions. There was a significant difference among the *Capsicum* accessions for all the quantitative variables analyzed. The applied multivariate techniques were agree among themselves and allowed to conclude that the analyzed accessions are divergent and have a genetic variability, because eight distinct groups were formed. And, by the closest neighbor method, it could be observed the formation of subgroups depending on the fruits types. By the Singh method, the variables that had more contributed to the genetic divergence among the accessions of *Capsicum* spp. were fruit length, fruit diameter, number of seeds per fruit and fruit average weight. In respect to the resistance to bacterial spot, seven accessions were highly resistant, what makes them promising to be used in breeding programs aiming resistance to diseases. Based on the obtained data, it was possible to indicate possible crosses among genotypes and among divergent and superiors groups.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado centro de origem e/ou centro de diversidade secundária de *Capsicum*, porém, pouco é conhecido sobre a variabilidade genética das espécies encontradas no país (Lourenço et al., 1999). Estima-se que o Brasil apresente o maior número de espécies silvestres do gênero e que a Região Sudeste seja o principal centro de diversidade (Bianchetti, 1996). Resultados recentes de coleta indicaram que o número de espécies é maior do que o conhecido, e a Bacia Amazônica é considerada o centro de diversidade genética de *Capsicum chinense* Jacq. (Reifschneider, 2000). Devido a essa ampla diversidade ainda não resgatada, existe a expectativa de que muitas espécies a serem descritas possuam genes úteis que possam conferir adaptação a diferentes ambientes ou resistência a doenças (IBPGR, 1983), além de outras características de interesse econômico (Ramos et al., 2000).

O gênero *Capsicum* tem, aproximadamente, 27 espécies e pertence à família Solanaceae. Existe um grupo cujos frutos não possuem pungência (pimentões) e outro grupo caracterizado pela presença de alcalóides (capsaicinóides) que conferem pungência aos seus frutos (pimentas) (Bosland, 1996).

O cultivo de pimentões e pimentas é atividade agrícola importante em várias partes do mundo, tanto em regiões de clima quente quanto temperado. Estatísticas de produção da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO), divulgadas em 1991, demonstram que o cultivo de pimentões e pimentas ocupa a quinta posição em área cultivada, com cerca de um milhão de hectares, e a oitava posição em termos de produção, com, aproximadamente, nove milhões de toneladas (Viñals et al., 1996).

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), registram que, em 1996, cerca de sete mil toneladas de pimenta foram comercializadas no Brasil. Para o pimentão, a produção atingiu 246 mil toneladas (IBGE, 2003). A área plantada com ambas as culturas no Brasil é de, aproximadamente, 12 mil hectares, e a produção envolve recursos da ordem de U\$1,5 milhão somente na comercialização de sementes (EMBRAPA, 2001).

Um dos aspectos mais relevantes das espécies de *Capsicum* está relacionado à sua ampla utilização, quer seja como alimento "in natura" ou processado, como princípio ativo para a indústria farmacêutica ou cosmética, dentre outros (Viñals et al, 1996; Reifschneider, 2000). Entretanto, vários entraves ao desenvolvimento desses cultivos têm causado queda na produção, desestimulando os produtores. Como exemplo, está a ocorrência de doenças, que, além de queda na produção, causam aumento do seu custo, devido ao uso de agroquímicos, utilizados muitas vezes de forma inadequada, podendo causar danos tanto para o produtor quanto ao consumidor (Reifschneider e Lopes, 1998).

No gênero *Capsicum*, um dos maiores problemas fitopatológicos é a mancha bacteriana, causada pela bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv *vesicatoria* – *Xav* (Lopes e Quezado-Soares, 1997; Reifschneider, 2000). Entre os métodos de controle recomendados, o uso de cultivares resistentes é considerado o mais econômico e tecnicamente mais prático, principalmente quando se observam os custos, o risco potencial de resíduos químicos nos frutos e a resistência do patógeno aos produtos químicos utilizados (Sahin e Miller, 1998).

Um dos interesses dos melhoristas que trabalham com *Capsicum* é o desenvolvimento de cultivares de pimentão e pimenta, com base em outras espécies do gênero *Capsicum*, diferentes de *Capsicum annuum*, principalmente no que diz respeito à resistência a doenças, maior produtividade e características apropriadas para processamento industrial (Sousa, 1998). Para que tais objetivos

sejam atingidos, é fundamental a existência de diversidade genética, associada ao conhecimento, à preservação e ao uso dos recursos genéticos de cada espécie. Um estudo da variabilidade genética em espécies de pimentão e pimentas possibilita a indicação de possíveis cruzamentos férteis entre tipos distintos e a transferência de genes de interesse entre os genótipos (Reifschneider, 2000).

O CCTA/UENF possui uma coleção de *Capsicum*, que conta com 73 acessos, representantes de várias espécies, oriundos de várias regiões brasileiras e de outros países (México, Peru e Japão). Os objetivos deste trabalho foram: quantificar a divergência genética com base em descritores morfoagronômicos e avaliar a reação desses acessos quanto à mancha bacteriana.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Origem e Evolução

Cinco espécies de *Capsicum* são consideradas cultivadas em todo o mundo: *Capsicum annuum*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum chinense*, *Capsicum baccatum* e *Capsicum pubescens* (Casali e Couto, 1984). Todas estas espécies apresentam possibilidade de troca de genes de forma natural (Reifschneider, 2000). Além destas cinco espécies domesticadas, existem cerca de 20 silvestres, a maioria delas encontradas na América do Sul (Heiser Jr., 1976). Acredita-se que todas as espécies de *Capsicum*, com exceção de *C. anomalum*, tiveram sua origem no Continente Americano (Viñals et al., 1996). Nikolai Vavilov, em seus estudos sobre o centro de origem das plantas cultivadas, publicados nas décadas de 30 e 40, considerou que o pimentão (*Capsicum annuum* L.) e a pimenta (*Capsicum frutescens*) eram especiarias cujo centro de origem engloba o Sul do México e a América Central, incluindo as Antilhas. As espécies *Capsicum baccatum* var. *baccatum* e *C. pubescens* Ruiz e Pav. foram incluídas no centro de origem Sul-Americano (Peruano-Equatoriano-Boliviano) (Lam-Sánchez, 1992).

As pimentas são historicamente associadas à viagem de Colombo (Heiser Jr., 1976), que foi o responsável pela introdução desta na Europa e, posteriormente, na África e Ásia.

Uma hipótese provável, sobre o local e modo de evolução dessas espécies, sugere que uma parte importante do gênero se originou em uma área central no Sul da Bolívia, com subsequente migração para os Andes e terras baixas da Amazônia, seguida por especiação (Viñals et al., 1996). Formas silvestres ocorrem desde o Sul dos Estados Unidos até o Norte do Chile, e o cultivo de *Capsicum* já era comum entre os nativos das Américas, antes da colonização espanhola (Filgueira, 2000).

O gênero *Capsicum* é conhecido desde o início da civilização no Hemisfério Norte, fazendo parte da dieta humana desde aproximadamente 7500 a.C. (MacNeish; 1964, citado por Bosland, 1996). Escavações arqueológicas realizadas no Peru registram a presença de espécies domesticadas de *Capsicum* há cerca de 8600 anos a.C. (Viñals et al., 1996). Sementes de pimenta têm sido encontradas em sítios arqueológicos, datando de 5000 anos a.C. em Tehuacán, México e, provavelmente, representam plantas silvestres de *C. annum*. Formas domesticadas desta espécie são encontradas em achados arqueológicos no México antes do início da era Cristã. No Peru, tipos cultivados de *C. baccatum* são encontrados com cerca de 2000 a.C. É provável que o cultivo de *Capsicum* tenha começado de forma independente em algumas áreas, com a utilização de diferentes espécies silvestres. É possível, ainda, que a domesticação de uma espécie tenha estimulado a tentativa de cultivar outras espécies silvestres em novas áreas (Heiser Jr., 1976).

Todas as espécies silvestres de *Capsicum* apresentam frutos pequenos, o que facilita a sua dispersão, pois são os pássaros os agentes de dispersão natural da espécie, que se alimentam dos frutos e distribuem as sementes através de suas fezes (Bosland, 1996).

As espécies silvestres carecem de maiores estudos tanto taxonômicos quanto agrônômicos. Alguns autores citam de 20 a 30 espécies descritas e na maioria das coleções de germoplasma essas espécies não se encontram representadas e, provavelmente, muitas nunca serão representadas por já terem sido extintas (Teixeira, 1996).

A domesticação em *Capsicum* resultou em modificações na planta e, especialmente, nos frutos. O homem selecionou e conservou uma ampla diversidade de tipos, cores, tamanhos, formas e pungência (Viñals et al., 1996). Embora todas as espécies domesticadas apresentem grande variação em termos de características dos frutos, o efeito fundador associado à domesticação tem restringido a variação em caracteres menos visíveis. A seleção dentro de várias espécies domesticadas para diferentes usos, por exemplo, consumo fresco ou seco, tem conduzido a fragmentação da diversidade genética dentro de cada espécie (Pickersgill, 1997).

O complexo de espécies ou grupo ao qual pertence *C. baccatum*, que possui flores brancas, é típico de áreas relativamente secas e parece ter-se originado na região centro-Sul da Bolívia e áreas adjacentes. O grupo de flores púrpuras, caracterizado por *C. pubescens*, é encontrado em regiões de altitude (entre 1.200 e 3.000m), nos Andes, no Norte da América Central e México. Por sua vez, o grupo *C. annuum* possui flores brancas e é associado com ambientes mais úmidos, possivelmente tendo distribuição original através de terras baixas da América do Sul e Central (Viñals et al., 1996). O grupo *C. annuum* é o mais amplamente cultivado em todo o mundo e inclui três espécies relacionadas: *C. annuum*, *C. chinense* e *C. frutescens* (Pickersgill, 1997).

O Brasil é um importante centro secundário de espécies domesticadas, podendo-se observar considerável diversidade em *C. annuum* var. *annuum*, *C. baccatum* var. *pendulum*, *C. frutescens* e *C. chinense*. Esta última tem sua área de maior diversidade na Bacia Amazônica, o que pode indicar que *C. chinense* foi domesticada pelos indígenas da Amazônia, podendo ser considerada como a mais brasileira entre as espécies domesticadas (Reifschneider, 2000).

Bianchetti (1996) conclui que há um centro de diversidade no Rio de Janeiro (Brasil), sendo composto pelo maior número de táxons silvestres do gênero *Capsicum* spp.

2.2. Botânica

Embora as espécies de *Capsicum* sejam cultivadas como anuais (Filgueira, 2000), existem espécies anuais, bienais e perenes (Bosland, 1996). As

plantas são arbustivas, com caule resistente (Filgueira, 2000), com altura e formas de desenvolvimento muito variáveis em função do genótipo e das condições de cultivo (Viñals et al., 1996).

As flores são hermafroditas, favorecendo a autopolinização, embora a taxa de polinização cruzada possa ser elevada, dependendo da ação de insetos polinizadores (Filgueira, 2000). Algumas espécies silvestres, todavia, são autoincompatíveis e outras possuem longistilia, provavelmente para facilitar a polinização cruzada. Estudos têm mostrado que todas as espécies cultivadas são diplóides, com $2n = 2x = 24$. Um número considerável de híbridos entre espécies domesticadas e silvestres tem sido obtido. Apenas *C. pubescens* parece ser geneticamente bem isolada das outras espécies cultivadas (Heiser Jr., 1976).

As espécies domesticadas apresentam características botânicas fáceis de diferenciá-las entre si, sobretudo no que diz respeito à coloração da flor, número de flores por nó, cor da corola, posição e formato dos frutos (Teixeira, 1996).

C. annuum é a espécie agrônômica mais importante, por ser a mais cultivada (Heiser Jr., 1976; Reifschneider, 2001), e se caracteriza por possuir flor isolada em cada nó, corola branca leitosa, sem manchas difusas na base das pétalas (Viñals et al., 1996) e antera azul ou arroxeadada. Inclui as variedades mais comuns de *Capsicum*: os pimentões, as pimentas doces para páprica e pimentas do tipo "jalapeño" (Reifschneider, 2000).

C. baccatum var. *pendulum*, que também é uma espécie cultivada, possui corola branca com manchas amareladas e uma única flor por nó (Viñals et al., 1996), enquanto *C. baccatum* var. *baccatum* possui as manchas esverdeadas e duas a três flores por nó, sendo estas as únicas diferenças entre as variedades (IBPGR, 1983). A palavra *baccatum* significa fruto pequeno, igual à baga, e pimentas dessas espécies são conhecidas como "ají" na América do Sul. Os tipos mais comuns cultivados no Brasil são as chamadas "dedo-de-moça" e "chapéu-de-frade", além da pimenta "cumari", bastante popular na região Sudeste (Reifschneider, 2000).

C. frutescens apresenta de duas a cinco flores por nó, é altamente ramificada e a cor da corola é paleácea ou branco-esverdeada (Viñals et al., 1996), sendo muito próxima à *C. chinense*, tanto que, segundo alguns autores, deveriam pertencer à mesma espécie (Heiser Jr., 1976). Nessa espécie se encontram as pimentas "malagueta" (no Brasil) e a "tabasco" (nos Estados Unidos da América).

O termo *frutescens* significa arbusto e essas pimentas são extremamente pungentes (Reifschneider, 2000).

C. chinense se diferencia de *C. frutescens* por possuir frutos pendentes de diversos tamanhos e uma constrição anular na junção do cálice com pedicelo. Algumas variedades desta espécie que crescem na África são tidas como as mais pungentes de todas as pimentas (Heiser Jr., 1976). Apesar do nome *chinense*, que significa "da China", é a mais brasileira das espécies domesticadas, sendo as mais conhecidas no Brasil a "pimenta-de-cheiro" e a "pimenta-de-bode", além da "murici". Essa espécie inclui também a pimenta conhecida como "habanero" (Reifschneider, 2000).

C. pubescens, conhecida popularmente na América do Sul como "rocoto" ou "locoto", apresenta corola roxa, antera também roxa, uma única flor por nó, com grandes nectários, folhas visivelmente pubescentes, frutos com formato de maçã ou pêra e sementes nigrescentes (Bosland, 1996).

2.3. Importância econômica e formas de utilização

O cultivo de plantas de *Capsicum* está presente em quase todas as regiões tropicais e temperadas do mundo. Dados divulgados pela FAO, em 1991, mostram que a produção total para o triênio 1989-1991 atingiu cerca de nove milhões de toneladas, numa área total de, aproximadamente, um milhão de hectares. Deve-se ressaltar que essa estatística não separa os tipos doces dos pungentes e nem consideram a finalidade da produção (Viñals et al., 1996).

As maiores produções se concentram no Continente Asiático, onde se encontra mais da metade da área total cultivada com *Capsicum*, e os principais países produtores são a Indonésia, a China, o Paquistão e a Turquia, que produzem 44,6% do total. Em seguida, destacam-se a Europa (24,3%) e o Continente Africano (18,6%) (Viñals et al., 1996).

Segundo o IBGE (2003), cerca de nove mil toneladas de pimenta e 257 mil toneladas de pimentão foram comercializados em 1996, no Brasil, sendo a região Sudeste a grande produtora de *Capsicum*, produzindo cerca de 3.385 t de pimenta e 126.000 t de pimentão.

Dados indicam que, por ano, são cultivados, em média, 12.000 ha de pimenta e pimentão no país e a comercialização de sementes alcança índices de até 1,5 milhão de dólares (EMBRAPA, 2001).

Os frutos de *Capsicum* foram, provavelmente, os primeiros aditivos alimentares usados por antigas civilizações do México e da América do Sul, que reconheceram nesses frutos seu potencial de uso para tornar a ingestão de certos alimentos mais atraente. Possivelmente, esses povos também observaram a capacidade dos frutos em preservar os alimentos da contaminação por bactérias e fungos patogênicos, o que contribuía para manter a boa saúde, aumentando a longevidade da população (Reifschneider, 2000).

Os frutos podem ser comercializados *in natura* ou em conserva. Aqueles destinados ao consumo *in natura* são utilizados na forma de molhos, pratos principais, saladas e condimento (Viñals et al., 1996).

A páprica, que é o pó que se obtém a partir da secagem e moagem dos frutos de variedades semidoce, e a oleoresina, que é um extrato líquido de pimentão (Viñals et al., 1996), são muito utilizadas em comidas, drogas e cosméticos (Bosland, 1996). *C. frutescens* e *C. annuum* são as principais espécies utilizadas para fins medicinais. *C. microcarpum* D.C. (sinonímia: *C. annuum* var. *glabriusculum*), conhecida como pimenta “olhos-de-passarinho”, é considerada por alguns como a espécie com mais propriedades medicinais (Bosland, 1996).

Devido ao alto teor e diversidade de carotenóides, que podem alcançar 20 tipos diferentes, a pimenta pode ser adicionada à alimentação de flamingos para melhorar a coloração da plumagem (Bosland, 1996). Cota et al. (1991) estudaram a adição de pimentão (fora de padrão comercial) como pigmento em rações na indústria avícola em Sinaloa, México. Os autores concluíram que, adicionando-se 2,9 kg de farinha de pimentão por tonelada de ração, é alcançada a mesma coloração obtida por meio de pigmentos comerciais, porém com redução de 80% dos custos.

Para fins medicinais, as pimentas são usadas, em algumas regiões do mundo, como estimulante digestivo; como afrodisíaco; no combate à disenteria e infecções intestinais e, ainda, como antiparasitário e cicatrizante, dentre outros (Viñals et al., 1996).

Novos usos estão sendo atribuídos às pimentas, tais como: repelentes a percevejos, ratos e outros roedores (visando à proteção de cabos elétricos

subterrâneos); produto anti-assalto, na forma de aerossol, contendo capsaicina como ingrediente ativo, sendo utilizado como substituto de cacetetes e gás lacrimogêneo em muitos Departamentos de Polícia nos EUA (o *spray* causa uma parada respiratória e contração muscular por 20 minutos), e chiclete na Austrália (Bosland, 1996).

2.4. Caracterização e avaliação de germoplasma

Germoplasma é um termo com diversas definições. “Segundo Witt (1985) citado por Borém (1998) o termo germoplasma significa a soma do material hereditário de uma espécie. Ramalho et al. (2000) definem germoplasma como sendo o conjunto de linhagens, híbridos ou populações melhoradas que são preservadas para utilização em programas de melhoramento. Bueno et al. (2001) consideram germoplasma o conjunto de genes representados por todos os alelos de uma espécie e em melhoramento de plantas consideram também os genes das espécies afins”.

Uma coleção de germoplasma tem por objetivo coletar, conservar, caracterizar e avaliar germoplasmas, permitindo intercâmbios e, principalmente, um uso mais dinâmico dos acessos. Geralmente, as coleções pertencem a determinados pesquisadores, diferentes dos bancos de germoplasma que possuem uma função mais estática, visando mais à segurança do material genético, prevenindo possíveis erosões genéticas (IBPGR, 1983).

A coleção de germoplasma deve ser devidamente caracterizada e avaliada, para que seu uso seja maximizado pelos melhoristas em seus programas de melhoramento (Goedert, 1988), principalmente quando se pretende estabelecer coleções nucleares (Valls, 1988).

A caracterização morfoagronômica baseia-se na tomada de dados botânicos de alta herdabilidade, facilmente detectáveis ou mensuráveis, e que sofram pouca interação genótipo x ambiente. Aspectos morfológicos e fenológicos devem ser observados de forma sistemática nos acessos, utilizando-se lista de descritores. Por sua vez, a avaliação é aplicada a caracteres de baixa herdabilidade. Portanto, para que os dados possam ser mais confiáveis, é

necessária a adequação a um modelo experimental, obedecendo aos princípios básicos da experimentação agrícola (Valls, 1988).

O *International Plant Genetic Resources Institute* (IPGRI) é uma instituição de caráter internacional que tem como um de seus objetivos padronizar as caracterizações das espécies vegetais. Para tal, possui diversas listas de descritores, abrangendo inúmeras espécies de importância agrônômica. Para *Capsicum* spp., foram publicadas duas listas, uma em 1983, pelo IBPGR (Institute Board Plant Genetic Resources, atual IPGRI), e outra em 1995, pelo IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute), que é o Instituto que normatiza o manejo de bancos e coleções de germoplasma no mundo.

2.4.1. Descritores

Descritores são características utilizadas para descrever um acesso. O IPGRI propõe descritores **de passaporte**, que são aqueles que proporcionam a informação básica que se utiliza para o manejo geral do acesso e descreve as variáveis que se deveriam observar quando se multiplica o acesso, incluindo os dados de identificação do acesso; **de manejo**, que proporcionam as bases para o manejo do acesso; **de local e meio ambiente**, que descrevem os caracteres específicos de local e meio ambiente; **de caracterização**, que correspondem àqueles altamente herdáveis, facilmente detectáveis e que se expressam igualmente em diversos ambientes; e **de avaliação**, que são descritores que sofrem influência do ambiente, porém são importantes do ponto de vista agrônômico. Para estudos em *Capsicum*, o IPGRI sugere 21 descritores de caracterização essenciais e dois de avaliação (IPGRI, 1995).

Inoue e Reifschneider (1989) caracterizaram 91 acessos da coleção de germoplasma de *Capsicum*, do Centro Nacional de Pesquisas de Hortaliças (CNPQ), utilizando 51 descritores. O objetivo do trabalho foi dar subsídios a programas de melhoramento e propor uma padronização de dados levantados em trabalhos de caracterização de germoplasma de *Capsicum*. Os autores verificaram que, dos 91 acessos avaliados, 78% foram classificados como *C. annuum*, 13,2% como *C. baccatum* var. *pendulum*, 6,6% como *C. chinense* e 2,2% como *C.*

frutescens. Na maioria dos descritores houve variabilidade entre os acessos, como exemplo a espessura média da polpa variou de 0,1 mm a 7,8 mm.

Teixeira (1996) utilizou 15 descritores, sendo dois de avaliação, para caracterizar 50 acessos do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa. O porte da planta e o teor de capsaicinóides foram descritores relevantes, segundo revelou a análise multivariada.

Santos et al. (1996) caracterizaram 48 acessos do gênero *Capsicum*, utilizando 30 descritores da lista do IPGRI. A avaliação foi feita pela análise de frequência e verificou-se variação significativa dos caracteres relativos à frutificação (dias para frutificação; forma do fruto; cor do fruto; tamanho do fruto; peso do fruto, entre outros).

Ramos et al. (2000) caracterizaram e quantificaram a divergência genética entre 17 acessos de *Capsicum* coletados no Estado do Rio de Janeiro, utilizando 18 descritores do IPGRI. Com base em análise multivariada, os acessos foram classificados em três grupos (I, II, III), de acordo com o método de Tocher. A maior aglomeração de acessos ocorreu no grupo I, que incluiu 85% do total e reuniu acessos com as seguintes características: epiderme variando de semi-rugosa a lisa, com coloração entre vermelho, vermelho-alaranjado e vermelho escuro; frutos com formato alongado a triangular e com pescoço na base; e com 2 a 4 lóculos/fruto.

Ramos et al. (2001) caracterizaram 22 acessos de *Capsicum* spp utilizando 12 descritores do IPGRI, que se baseavam em frutos. Dos acessos caracterizados, 40% foram identificados como *C. frutescens*, 36,4% como *C. chinense*, 9,09% como *C. baccatum* e 13,63% não foram identificados.

A lista de descritores geralmente é muito extensa, e vários descritores não são discriminantes. Há tendência em se utilizar primeiramente os descritores discriminantes tanto para caracterização quanto para avaliação (Valls, 1988).

2.5. Divergência genética e métodos multivariados

A divergência genética, simplificada, pode ser definida como a distância genética entre as populações, indivíduos ou organismos, avaliada por meio de caracteres morfoagronômicos, fisiológicos, polimorfismos de DNA, dentre

outros, conforme o interesse do pesquisador (Amaral Júnior e Thiébaud, 1999). Segundo Falconer (1987), o que distancia uma população da outra é a diferença nas frequências alélicas.

A determinação da divergência genética pode ter aplicações em estudos evolutivos, avaliação de amplitude genética, monitoramento de cruzamentos e descarte de variáveis (Cruz e Regazzi, 2001). Estudos de divergência genética ganham cada vez mais espaço, por sua importância no conhecimento da variabilidade genética das populações, devido à preocupação atual com a erosão genética, permitindo, assim, um melhor monitoramento de bancos de germoplasmas (Amaral Júnior e Thiébaud, 1999).

Para determinar quão distante uma população ou genótipo é do outro, são utilizados métodos biométricos, baseados em quantificação da heterose (ex.: análises dialélicas) ou por processos preditivos da heterose (ex.: métodos multivariados). Os métodos preditivos geralmente são quantificados por medidas de dissimilaridade. Vários métodos podem ser utilizados, dentre eles estão a análise por componentes principais, variáveis canônicas e métodos aglomerativos. A escolha do método depende da precisão desejada pelo pesquisador, da facilidade da análise e da forma como os dados são obtidos (Cruz e Regazzi, 2001).

Segundo Demétrio (1985), citado por Soares (1995), a análise multivariada compreende a avaliação conjunta de vários caracteres, considerando as correlações existentes entre caracteres e permitindo inferências sobre o conjunto de caracteres a partir de um nível de significância conhecido. No modelo multivariado, o critério de rejeição é mais rigoroso por considerar um nível de significância conjunto.

2.5.1. Distância generalizada de Mahalanobis

A distância generalizada de Mahalanobis, denominada D^2 , é a medida de dissimilaridade preferida pelos pesquisadores, porém só é possível estimá-la quando os ensaios experimentais são conduzidos com repetições, permitindo a obtenção da matriz de covariâncias residuais. Assim, a distância de Mahalanobis

leva em consideração a correlação existente entre variáveis, com isso os eixos gráficos de dispersão são oblíquos (Cruz e Regazzi, 2001).

O valor de D^2 pode ser estimado a partir das médias dos dados originais e da matriz de covariâncias residuais ou a partir dos dados transformados por condensação pivotal. Este procedimento evita a inversão das matrizes, pois se forem de ordem elevada, proporcionam grandes erros numéricos, e também facilitam os cálculos (Cruz e Regazzi, 2001).

Arunachalam (1981) citado por Liberato (1995) desaconselha a quantificação da divergência genética pela distância Euclidiana, quando forem avaliados vários caracteres com correlação residual significativa.

Schuelter (1996) avaliou a divergência genética de plantas individuais de pimentão, utilizando seis caracteres morfoagronômicos, por meio do método de componentes principais. O método permitiu reunir 71,26% da variação total nos dois primeiros componentes principais e discriminar os caracteres que menos contribuíram para a variância genética total, que foram: altura da planta com a antese da primeira flor e diâmetro da copa com a antese da primeira flor.

Bianchetti (1996) utilizou a matriz de similaridade (Coeficiente de Jaccard) de 15 caracteres qualitativos (multicategóricos transformados em variáveis binárias) com 31 variáveis para dez táxons do gênero *Capsicum*, e concluiu que o conjunto das variáveis qualitativas utilizado foi eficiente para discriminar os dez táxons estudados.

2.5.2. Métodos de agrupamento

O processo de agrupamento é baseado em medidas de dissimilaridade (distâncias Euclidianas, Mahalanobis, Coeficiente de Jaccard, entre outros) (Manly, 1990 e Cruz e Regazzi, 2001). Existem vários métodos de agrupamento, porém, no melhoramento, os mais usuais são os hierárquicos e os de otimização (Cruz e Regazzi, 2001).

Os métodos hierárquicos utilizam um processo de agrupamento que se repete em vários níveis até estabelecer um dendrograma. O objetivo não está em encontrar um número ótimo de grupos e sim nas ramificações que são obtidas. O

ponto de corte no dendrograma é subjetivo; geralmente, é feito em pontos de alta mudança de nível (Cruz e Regazzi, 2001).

Os métodos hierárquicos são divididos em aglomerativos e divisivos. Dentre os aglomerativos, os mais aplicados são o do vizinho mais próximo (“Single Linkage Method”). Este método consiste em agrupar na matriz de dissimilaridade os grupos mais próximos. Formando-se o grupo inicial, posteriormente é calculada a distância do grupo inicial com os demais genótipos. O procedimento de identificação dos grupos mais similares se repete sobre a nova matriz de dissimilaridade, cuja dimensão é reduzida a cada passo e finalizada quando todos os genótipos são incluídos num mesmo grupo (Manly, 1990, Cruz e Regazzi, 2001).

Os métodos de otimização são baseados na partição do conjunto de progenitores (genótipos) em subgrupos não-vazios e mutuamente exclusivos por meio da maximização ou minimização de alguma medida preestabelecida. Um dos métodos mais utilizados no melhoramento genético é o de Tocher. Este método parte da premissa de que a média das medidas de dissimilaridade dentro de cada grupo deve ser menor que as distâncias médias entre grupos. A partir da matriz de dissimilaridade, é identificado o par de progenitores mais similar, que formará o grupo inicial. Posteriormente, é avaliada a possibilidade de inclusão de novos progenitores no grupo (Cruz e Regazzi, 2001).

2.5.3. Projeção das distâncias no plano

Este método consiste em plotar num gráfico bidimensional as medidas de dissimilaridade que são convertidas em escores relativos às variáveis X e Y, as quais refletirão as distâncias originalmente obtidas a partir do espaço n-dimensional (n = número de caracteres utilizados para obtenção das distâncias). Os parâmetros para a possibilidade de uso desta técnica são baseados na correlação entre as distâncias originais e as distâncias no gráfico ou o grau de distorção ($1-\alpha$), (Cruz e Carneiro, 2003).

Cruz e Viana (1994) propuseram esta técnica objetivando facilitar a compreensão das distâncias visualmente e minimizar as distorções entre as distâncias originais e as distâncias no gráfico. Ao compararem esta técnica com os

componentes principais e variáveis canônicas, obtiveram uma distorção menor e uma correlação maior entre as distâncias calculadas e as coordenadas no gráfico, demonstrando, assim, a superioridade, portanto, a viabilidade de uso desta técnica para projeção das distâncias no plano bidimensional.

Souza et al. (2001) avaliaram famílias S_1 e top crosses de milho monitorados por meio de marcadores RAPD e para possibilitar a visualização dos resultados projetaram no plano as distâncias genéticas entre as famílias S_1 e entre os híbridos teóricos. Graficamente, pôde-se observar que a maioria das famílias que originaram os 'top crosses' com produções médias ou baixas poderia ser eliminada, facilitando, assim, a decisão do número de famílias a continuarem no programa de melhoramento.

2.5.4. Variáveis canônicas

A análise de variáveis canônicas leva em consideração a matriz de covariâncias residuais e fenotípicas dos caracteres avaliados. O uso das variáveis canônicas possibilita: reduzir o número de caracteres em avaliação, facilitando a tomada e análise de dados; determinar a contribuição de cada variável original para a variação total observada entre as unidades amostrais, assim como agrupar os indivíduos com mais alto grau de similaridade, por meio de dispersões gráficas bi ou tridimensionais (Cruz e Regazzi, 2001).

Amaral Jr. (1996) estudou a divergência genética, por meio de métodos de agrupamento e variáveis canônicas, utilizando 15 características avaliadas em cinco genitores e 10 híbridos (F_1) de tomateiro. Na terceira variável canônica, o autor obteve uma variância acumulada de 87,69%, e com os três primeiros escores fez a dispersão gráfica utilizando dois gráficos. Visualmente, pode-se observar a formação de quatro grupos distintos em ambos os gráficos. O autor concluiu ser esta técnica de dispersão gráfica um método consistente para a identificação de genótipos promissores para futuros programas de melhoramento envolvendo hibridações.

Abreu (2001) utilizou a técnica das variáveis canônicas para estudar a divergência genética em feijão de vagem de crescimento determinado. Obteve na terceira variável canônica 79,41% da variância acumulada e, graficamente,

expressou a divergência por meio de dois gráficos bidimensionais. Por este método, conseguiu reunir os genótipos de acordo com os métodos de agrupamento, formando apenas dois grupos. O grupo maior foi subdividido, resultando em seis subgrupos, sendo dois com vagens do tipo “macarrão” e quatro com vagens do tipo “manteiga”.

2.5.5. Importância relativa dos caracteres na divergência genética

A importância relativa dos caracteres auxilia no descarte de variáveis, possibilitando uma melhor escolha de variáveis a serem consideradas numa avaliação de divergência genética entre populações ou genótipos. A determinação da variável que menos contribui para divergência genética é atribuída àquela que apresentar o maior coeficiente de importância relativa (autovetor) na variável canônica de menor autovalor (Sakaguti, 1994).

Abreu (2001) aplicou o método de Singh (1981) para avaliar a importância relativa das características e para verificar a consistência dos resultados, eliminando as variáveis menos importantes e fazendo uma nova análise Tocher sem a variável descartada. Das treze características quantitativas avaliadas, sete foram descartadas sem alterar a formação dos grupos.

Abreu et al. (2002) estudaram a diversidade genética por meio das variáveis canônicas em acessos de tomateiro e identificaram, pelo método de Singh (1981), duas variáveis menos importantes, sendo estas o comprimento de entrenó na haste principal e o comprimento da ráquis.

Teixeira (1996), utilizando a técnica das variáveis canônicas, concluiu que características relacionadas à folha foram pouco discriminantes, sendo as características de fruto e porte da planta discriminantes para estudo de divergência genética em *Capsicum* spp.

2.6.7. Correlações entre caracteres

Para otimizar e mesmo implementar programas de melhoramento, é de fundamental importância conhecer as correlações existentes entre as

características, vez que programas de melhoramento podem ser potencializados com a adequada seleção, permitindo selecionar um caráter com base em outro (Cruz e Regazzi, 2001). Além disso, para o melhorista, o objetivo geralmente não é atingir a melhoria de um caráter isolado e sim de um conjunto de características (Vencovsky e Barriga, 1992).

Cruz e Regazzi (2001) citam que o coeficiente de correlação corresponde à raiz quadrada do coeficiente de determinação simples, ou ainda à média geométrica dos coeficientes angulares das regressões de Y em função de X e vice-versa.

A hipótese de que o coeficiente de correlação é igual a zero ($H_0: \rho = 0$) pode ser testada pela estatística t, em que t está associado a n-2 graus de liberdade em um nível de significância α (Snedecor e Cockran, 1989; Sampaio, 1998).

A correlação fenotípica é aquela que é obtida diretamente a partir de medidas de dois caracteres. É subdividida em genotípica e ambiental. A correlação genotípica é causada, principalmente, por pleiotropia e por ligações gênicas que são causas transitórias e não desejadas pelos melhoristas (Falconer, 1987).

Quando a correlação ambiental é negativa indica que o ambiente favorece um caráter em detrimento do outro, e quando é positiva indica que ambos são beneficiados ou prejudicados pelas mesmas causas ambientais. Geralmente, as correlações genotípicas e ambientais apresentam o mesmo sinal, porém, quando o sinal não é o mesmo indica que as causas da variação genética e ambiental influenciam os caracteres por meio de diferentes mecanismos fisiológicos (Falconer, 1987). Os sinais dos coeficientes de correlação fenotípica e genotípica podem ser diferentes, porém quando isto ocorre, geralmente é devido a erros amostrais (Cruz e Regazzi, 2001).

As correlações simples podem não expressar com exatidão a dependência entre duas variáveis, pois há variáveis que sofrem efeito de uma terceira variável ou mesmo de grupos de variáveis (Cruz e Regazzi, 2001).

Quando se estudam grupos distintos de variáveis, pode-se associá-los por meio de correlações canônicas e, assim, analisar com mais propriedade as associações existentes, o que permite inferências mais abrangentes de interesse sobre as relações entre as características da população em estudo. É recomendado, para o melhoramento de plantas, a implementação da análise para

correlacionar, por exemplo, caracteres de parte aérea e sistema radicular; caracteres de resistência a doenças e componentes de produção e componentes primários com componentes secundários de produção (Cruz e Regazzi, 2001).

Geralmente a correlação canônica é utilizada para variáveis quantitativas contínuas, cuja curva obedece a uma distribuição normal, porém segundo Mardia et al. (1979) e Dunteman (1984), citados por Amaral Júnior (1996), a análise também pode ser empregada utilizando-se uma mistura de variáveis qualitativas e contínuas ou, segundo Dunteman (1984), citado por Amaral Júnior (1996), apenas variáveis qualitativas.

Carvalho et al. (1998) avaliaram as correlações existentes entre componentes primários e secundários da produção de frutos, em 133 acessos de pimentão, por meio da análise das correlações canônicas. Os autores obtiveram correlações canônicas de 0,76 para o primeiro par e 0,47 para o segundo par, ambas significativas em nível de 1% de probabilidade pelo teste do qui-quadrado. Em relação ao primeiro par canônico, os autores concluíram que plantas com maior diâmetro do pedúnculo determinam o aumento em peso médio do fruto, e em relação ao segundo par, concluíram que plantas com maior altura determinaram o aumento em número total de frutos.

Perucka et al. (2000) utilizaram dois métodos de determinação de capsaicinóides em frutos de pimenta. Um por espectrofotometria e outro por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE ou HPLC), sendo este o de maior precisão, porém de maior custo. Os autores correlacionaram os dados obtidos por ambos os métodos e determinaram uma correlação de 0,93. Os autores concluíram, portanto, que a espectrofotometria é um método altamente preciso para determinação de capsaicinóides, podendo ser recomendado no caso de ausência de recursos para executar por HPLC.

2.6. Melhoramento de *Capsicum* e resistência à *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*

A mancha bacteriana, causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (*X. campestris* pv. *vesicatoria*) (Vauterin et al., 1995), nas condições de clima tropical (quente/úmido), apresenta-se como a principal doença bacteriana do

pimentão. No caso das pimentas, causa prejuízos relativamente pequenos, não sendo de grande importância econômica. Esta bactéria pode causar doença na planta em qualquer fase de desenvolvimento, sendo mais severa na fase inicial (Salgado e Tokeshi, 1980; Kurozawa e Pavan, 1997).

Doenças bacterianas geralmente são difíceis de serem controladas, e os métodos de controle mais recomendados para *X. axonopodis* pv. *vesicatoria* são o uso de antibióticos (geralmente de alto custo), produtos cúpricos e misturas cuproorgânicas. Porém, testes realizados *in vitro* com uso de cobre, produto mais utilizado no país para controle da bactéria, em 21 isolados de *Xav* do Brasil, mostraram que existem importantes regiões produtoras no Brasil com estirpes resistentes ao cobre (Aguilar et al., 2000).

São recomendadas, como medidas de controle, a utilização de sementes saudáveis, rotação de cultura por dois a três anos e o plantio de cultivares resistentes (Salgado e Tokeshi, 1980; Kurozawa e Pavan, 1997), sendo esta última a solução mais econômica, prática e eficiente.

Três genes de resistência à mancha bacteriana *Bs1*, *Bs2* e *Bs3*, foram identificados. O acesso PI 271322 apresenta os genes *Bs1* e *Bs3* e a expressão da resistência se apresentou de forma quantitativa. Três linhas quase isogênicas de pimentão derivadas da cultivar *Early Calwonder*, denominadas ECW-10R, ECW-20R e ECW-30R, possuem, respectivamente, os genes *Bs1*, *Bs2* e *Bs3* (Reifschneider e Lopes, 1997). As raças 1 e 4 possuem o gene para avirulência *avrBs3* e elicitam a RH em plantas de ECW-30R. E as raças 0, 1, 2 e 3 possuem o *avrBs2* e elicitam a RH em plantas com *Bs2* (ECW-20R). Observa-se, então, que o gene *Bs2* oferece uma ampla taxa de resistência contra as raças patogênicas da bactéria (Kowsik e Ritchie, 1996).

Riva et al. (2002) identificaram acessos de *Capsicum* spp. quanto à resistência à mancha bacteriana utilizando diferentes isolados. Os autores verificaram que o isolado ENA 4135 apresentou Reação Hipersensível (RH) nos acessos UENF 1582 (ECW-20R) e UENF 1583 (ECW-30R).

No Brasil, a cultivar Santaka de pimenta demonstrou resistência controlada por genes recessivos e, provavelmente, por mais de um loco, havendo uma graduação de níveis de resistência (Ribeiro et al., 1982).

Juhász et al. (2001) estudaram a resistência à mancha bacteriana em plantas de *Capsicum* (30 parentais, 20 F₁ e 217 F₂). Observou-se que o grau

médio de dominância mostrou tendência à dominância parcial em direção à susceptibilidade. Na geração F₂, 70% das plantas mostraram-se susceptíveis, e a herdabilidade no sentido amplo atingiu 57% e no sentido restrito, 11,54%. Os autores determinaram um número mínimo de 12 genes, controlando o caráter de resistência à mancha bacteriana, indicando ser uma característica quantitativa, sendo muito influenciada pelo ambiente.

Leal et al. (2001) avaliaram 15 acessos de *Capsicum* spp., quanto à resistência à *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (*Xav*). Os autores utilizaram a concentração de 10⁸ células/ml. Após 48 horas da inoculação, os acessos foram avaliados quanto à presença ou ausência da reação hipersensível. Dez acessos apresentaram RH e cinco foram suscetíveis.

Riva (2002) determinou o modo de ação gênica e estimou a herdabilidade da resistência à *Xav* em folhas de *C. annuum* L. A autora concluiu que a herdabilidade no sentido restrito foi de 50,17 %, o grau médio de dominância indicou interação do tipo sobredominância, o número mínimo de genes igual a três e herança recessiva.

Costa et al. (2002) avaliaram 15 genótipos (híbridos e parentais) de *Capsicum annuum* quanto à resistência a um isolado de *Xav* e concluíram que houve diferença significativa entre os genótipos, sendo a capacidade geral de combinação (CGC) altamente significativa para resistência, indicando que efeitos aditivos estão envolvidos no controle genético desta característica. Para capacidade específica de combinação (CEC), não houve significância, mostrando que efeitos de dominância e epistasia não estão envolvidos no controle deste caráter.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização morfoagronômica

Sessenta acessos da Coleção de Germoplasma de *Capsicum* do CCTA/UENF, provenientes de diversas regiões geográficas, foram utilizados neste estudo conforme apresentado na Tabela 1.

O experimento de caracterização morfoagronômica foi conduzido na Unidade de Apoio à Pesquisa (UAP)/CCTA/UENF, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com 60 tratamentos (acessos), três repetições e 10 plantas por parcela, no período de novembro de 2001 a julho de 2002. A semeadura foi realizada em bandejas de isopor (poliestireno) de 128 células com substrato orgânico. O transplante ocorreu quando as mudas apresentaram dois pares de folhas definitivas. O espaçamento utilizado foi de 1,00 m entre linhas e 0,50 m entre plantas. O cálculo de adubação foi feito com base no resultado da análise de solo, seguindo as recomendações do Manual de Adubação para o Estado do Rio de Janeiro (De-Polli et al., 1988). Os tratamentos culturais seguiram as recomendações feitas por Filgueira (2000).

Tabela 1. Número de registro, espécie provável, nome vulgar e procedência de 60 acessos de *Capsicum* spp estudados quanto à caracterização morfoagronômica e avaliação para a resistência à mancha bacteriana.

Acesso	Registro na UENF	Espécie provável	Nome vulgar	Procedência
01	1047	<i>Capsicum annuum</i> L.	Pimentão	Japão
02	1381	<i>Capsicum annuum</i> L.	Pimenta	PESAGRO-Rio/Itaguaí
03	1382	<i>Capsicum annuum</i> L.	Pimentão	PESAGRO-Rio/Itaguaí
04	1417	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta	UFLA - MG
05	1418	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pimenta	UFLA - MG
06	1419	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pimenta	UFLA - MG
07	1420	<i>Capsicum annuum</i> L.	Pimentão 'Apolo'	AGROCERES
08	1421	<i>Capsicum annuum</i> L.	Pimentão 'Hércules'	AGROCERES
09	1422	<i>Capsicum annuum</i> L.	Pimentão 'Ikeda'	TOPSEED
10	1423	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta de mesa	Aracaju, SE.
11	1424	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta	Campos,RJ
12	1425	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta	Campos,RJ
13	1426	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta "dedo-de-moça"	Campos,RJ
14	1489	<i>Capsicum frutescens</i> L.	Pimenta	Coleta – RJ
15	1490	<i>Capsicum frutescens</i> L.	Pimenta	Coleta – RJ
16	1491	<i>Capsicum frutescens</i> L.	Pimenta	Coleta – RJ
17	1492	<i>Capsicum frutescens</i> L.	Pimenta	Coleta – RJ
18	1493	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pimenta	Coleta – RJ

19	1494	<i>Capsicum frutescens</i> L.	Pimenta	Coleta – RJ
20	1495	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pimenta	Coleta – RJ
21	1496	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pimenta	Coleta – RJ
22	1497	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pimenta	Coleta – RJ
23	1498	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pimenta	Coleta – RJ
24	1499	<i>Capsicum frutescens</i> L.	Pimenta	Coleta – RJ
25	1500	<i>Capsicum baccatum</i> L.	Pimenta	Coleta – RJ
26	1501	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta	Coleta – RJ
27	1502	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pimenta	México
28	1503	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pimenta	México
29	1504	<i>Capsicum baccatum</i> L.	Pimenta	Viçosa, MG
30	1551	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta-de-cheiro	Goiânia, GO
31	1552	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta-de-bode laranja	Goiânia, GO
32	1553	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta-de-bode vermelha	Goiânia, GO
33	1554	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta-de- bode amarela	Goiânia, GO
34	1555	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta cumari	Goiânia, GO
35	1556	<i>Capsicum</i> sp.	“Dedo-de-moça”/vermelha	Goiânia, GO
36	1557	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta “malagueta”	Goiânia, GO
37	1558	<i>Capsicum frutescens</i> L.	Pimenta	Campos, RJ
38	1559	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta Ornamental	Cachoeiras de Macacu, RJ
39	1560	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta Ornamental	Cachoeiras de Macacu, RJ
40	1561	<i>Capsicum</i> sp.	“Malagueta vermelha”	Campos, RJ

41	1562	<i>Capsicum</i> sp.	Pimentão	Viçosa, MG
42	1565	<i>Capsicum</i> sp.	Pimentão	Viçosa, MG
43	1566	<i>Capsicum</i> sp.	Pimentão	Viçosa, MG
44	1567	<i>Capsicum</i> sp.	Pimentão	Viçosa, MG
45	1568	<i>Capsicum</i> sp.	Pimentão	Viçosa, MG
46	1569	<i>Capsicum</i> sp.	Pimentão	Viçosa, MG
47	1570	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta	Pará
48	1571	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta pequena	Aracaju, SE
49	1572	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta	Aracaju, SE
50	1573	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta	Duas Barras, RJ
51	1574	<i>Capsicum pubescens</i> R & P	Pimenta 'rocoto'	ESALQ/USP
52	1575	<i>Capsicum annuum</i> L.	Pimenta ornamental	Campos, RJ
53	1576	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta ornamental	Rio das Ostras, RJ
54	1577	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta de cheiro	Goiânia, GO
55	1578	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta	México
56	1584	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta	Rio das Ostras, RJ
57	1585	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta	Parintins, AM
58	1586	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta	Parintins, AM
59	1587	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta	Parintins, AM
60	1588	<i>Capsicum</i> sp.	Pimenta	Parintins, AM

Para a caracterização morfoagronômica, foram considerados os descritores essenciais, que são considerados pelo IPGRI altamente discriminantes e outros que foram considerados pertinentes, propostos pelo IPGRI (1995):

Cor da folha cotiledonar (CFC) – Observada assim que as folhas estavam totalmente expandidas. (1= verde claro, 2= verde, 3= verde-escuro, 4= roxo-claro, 5= roxo, 6= roxo-escuro, 7= variegado, 8= amarelo, e 9 = outros).

Cor do caule (CCAU) – Observada quando as plantas iniciaram a fase reprodutiva. (1= verde, 2= verdes com estrias roxas, 3= roxo e 4=outro).

Altura da planta (AP) – Mensurada com trena metálica a maior altura da planta em cm, quando 50% das plantas da parcela apresentaram frutos maduros.

Diâmetro da copa (DC) – Mensurado com trena metálica o maior diâmetro de copa em cm, quando 50% das plantas apresentaram frutos maduros.

Hábito de crescimento (HC) – Determinado quando 50% das plantas da parcela apresentaram frutos maduros (3= prostrado, 5= intermediário ou compacto, 7= ereto e 9= outro).

Dias para germinação (DPG) – Número de dias da semente até 50% das plântulas emergirem.

Dias para florescimento (DPFLOR) – Número de dias do transplântio até 50% das plantas apresentarem pelo menos uma flor aberta.

Número de flores por axila (NFA) – Contagem do número de flores por axila, realizada em dez plantas por parcela, a partir da segunda axila (1= um, 2= dois, 3= três ou mais, 4= muitas flores em cachos/crescimento fasciculado e 5= outros). Foram observadas várias axilas por planta, e o número de flores por axila que predominou na planta foi registrado para a planta em questão.

Posição da flor (PFLOR) – Observada na antese em dez plantas por parcela (3= pendente, 5= intermediário, e 7= ereto). Foi considerada por planta, a posição da flor predominante e, para análise dos dados, foi considerada a posição predominante em todas as plantas da parcela.

Cor da corola (CCOR) – Observada quando as flores encontravam-se totalmente abertas (1= branco, 2= amarelo-claro, 3= amarelo, 4= amarelo-escuro, 5= roxo com a base branca, 6= branca com a base roxa, 7= branca com a margem roxa, 8= roxo, e 9= outro/especificar).

Cor das anteras (CANT) – Observada no momento da antese, aproximadamente às 10 h da manhã (1= branco, 2= amarelo, 3= azul-pálido, 4= azul, 5= roxo, e 6= outro), em todas as plantas da parcela.

Constrição anular do cálice (CAC) – Observada na junção entre o cálice e o pedicelo, em dez frutos maduros, em todas as plantas da parcela (0= ausente e 1= presente).

Dias para a frutificação (DPFRUT) – Número de dias do transplântio até 50% das plantas da parcela, no caso 5 plantas, apresentarem frutos maduros na primeira e/ou segunda bifurcação.

Cor do fruto no estágio intermediário (CFEI) – Os frutos foram classificados pela última gradação de cor antes da fase madura (1= branco, 2= amarelo, 3= verde, 4= laranja, 5= roxo, 6= roxo-escuro, e 7= outro), em todas as plantas da parcela.

Cor do fruto no estágio maduro (CFEM) – Observada quando o fruto estava completamente maduro (1= branco, 2= amarelo-limão, 3= amarelo-laranja pálido, 4= amarelo-laranja, 5= laranja-pálido, 6= laranja, 7= vermelho-claro, 8= vermelho, 9= vermelho-escuro, 10= roxo, 11= marrom, 12= preto, e 13= outro), em todas as plantas da parcela.

Forma do fruto (FFR) – Observada quando o fruto estava maduro (1= alongado, 2= redondo, 3= triangular, 4= campanulado, 5= quadrado, 6= pitanga, 7= oval, e 8= sino), em todas as plantas da parcela.

Comprimento do fruto (CF) – Mensurado no maior comprimento, em cm, quando o fruto estava maduro, utilizando-se paquímetro digital. Média de 10 frutos por planta, totalizando 100 frutos por parcela.

Largura do fruto (LF) - Mensurado na maior largura, em cm, quando o fruto estava maduro, utilizando-se paquímetro digital. Média de 10 frutos por planta, totalizando 100 frutos por parcela.

Peso médio do fruto (PMF) – Peso médio em gramas, utilizando-se a razão entre o peso total de frutos por planta e o número de frutos por planta.

Constrição na base do fruto (CBF) – Foram observados em dez frutos maduros, nas dez plantas por parcela (0= ausência e 1= presença).

Tipo de epiderme do fruto (EPF) – Foram avaliados dez frutos por planta, em dez plantas da parcela, passando o dedo mínimo sobre a epiderme do fruto (1= liso, 2= semi-rugoso, e 3= rugoso).

Cor da semente (CS) – As sementes avaliadas foram obtidas de frutos maduros (1= palha/amarelo-escuro, 2= marrom, e 3= preto).

Peso de 1000 sementes (PMS) – Foram contadas e pesadas em balança analítica aproximadamente 250 sementes oriundas de mais de um fruto, calculando-se o peso equivalente para 1000 sementes em gramas.

Número de sementes por fruto (NSF) – Obtido pela contagem do número total de sementes por fruto, utilizando-se a média de 10 frutos por planta, em dez plantas por parcela, totalizando 100 frutos por parcela.

Número de lóculos por fruto (NLF) – Observado cortando-se transversalmente o fruto, utilizando-se a média de 30 frutos por parcela.

Além da caracterização, dois descritores de avaliação, recomendados pelo IPGRI (1995), foram considerados:

Número de frutos por planta (NFP) – Somatório do número de frutos obtidos em todas as colheitas realizadas.

Peso de frutos por planta (PFP) – Somatório do peso de todos os frutos colhidos.

3.2. Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados utilizando-se os recursos computacionais do programa GENES (Cruz, 2001).

3.2.1. Análise de variância

A análise de variância univariada foi realizada para 11 variáveis quantitativas e seis variáveis obtidas da avaliação de resistência, obedecendo ao seguinte modelo estatístico (Gomes, 2000):

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = valor observado no i-ésimo acesso no j-ésimo bloco;

μ = média geral;

G_i = efeito fixo do i-ésimo acesso;

B_j = efeito aleatório do j-ésimo bloco; e

e_{ij} = erro aleatório associado à observação Y_{ij} .

Quadro 1. Esquema da análise de variância univariada, considerando o delineamento em blocos ao acaso, para as características avaliadas.

FV	GL	QM	E (QM)	F
Blocos	b-1	QMB	$\sigma^2 + g \sigma^2 b$	
Genótipos	g-1	QMG	$\sigma^2 + b\phi g$	QMG/QMR
Resíduo	(b-1).(g-1)	QMR	σ^2	

em que:

b = número de blocos (repetições);

g = número de genótipos (acessos);

$\sigma^2 b$ = componente de variância associado ao efeito de bloco;

σ^2 = componente de variância do erro experimental; e

ϕg = variabilidade genética entre acessos.

3.2.2. Comparação entre as médias

A comparação entre médias foi realizada pelo método proposto por Scott Knott (1974), em nível de significância de 1% de probabilidade, para comparar as médias obtidas pelos acessos para os caracteres morfoagronômicos e para resistência à mancha bacteriana.

3.2.3. Correlação não-paramétrica de Spearman

Segundo Snedecor e Cochran (1989), uma das formas de se estimar o coeficiente de correlação linear é pela correlação não-paramétrica de Spearman (1904), que é calculada pela fórmula:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{(n-1)(n+1)n}$$

onde r varia de -1 (completa discordância) a $+1$ (completa concordância). O grau de liberdade é igual a duas vezes menos o número de pares avaliados (tamanho da amostra), sendo, portanto, igual a $n-2$ (Sampaio, 1998).

3.2.4. Correlação canônica

Foram estimadas as correlações canônicas entre cinco componentes primários (número de sementes por fruto, peso de 1000 sementes, número de frutos por planta, peso de frutos por planta e peso médio do fruto) e quatro componentes secundários de produção (comprimento do fruto, largura do fruto, altura da planta e diâmetro da copa). Estimou-se a máxima correlação entre combinações lineares das características distribuídas nos dois grupos e os coeficientes de ponderação das características em cada combinação linear. Sendo X_i e Y_i uma das combinações tem-se:

$$X_i = a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_pX_p$$

$$Y_i = b_1Y_1 + b_2Y_2 + \dots + b_pY_p$$

A correlação canônica é aquela que maximiza a relação entre X_i e Y_i , sendo estimada a partir das matrizes de correlação:

R_{11} = matriz $p \times q$ de correlações entre as características do grupo I;

R_{22} = matriz $p \times q$ de correlações de características do grupo II; e

R_{12} = matriz $p \times q$ de correlações entre as características do grupo I e II.

A primeira correlação canônica foi dada pela raiz quadrada do maior autovalor da matriz $R_{11}^{-1} R_{12} R_{22}^{-1} R_{21}$. O primeiro par canônico ($X_i = a'X$ e $Y_i = b'Y$) foi obtido considerando-se que \mathbf{a} é o primeiro autovetor de $R_{11}^{-1} R_{12} R_{22}^{-1} R_{21}$, ou $\mathbf{a} = R_{11}^{-1} R_{12} \mathbf{b}$. De forma análoga, tem-se que \mathbf{b} é o primeiro autovetor de $R_{22}^{-1} R_{21} R_{11}^{-1} R_{12}$. As demais correlações foram estimadas utilizando-se os autovalores, de ordem correspondente à correlação estimada (Cruz e Regazzi, 2001).

3.2.5. Análise multivariada

Para avaliar a divergência genética entre 60 acessos, foram utilizadas técnicas de análise multivariada, tais como: distância generalizada de Mahalanobis; método de otimização de Tocher; método de agrupamento do vizinho mais próximo; projeção das distâncias no plano; correlações canônicas; importância relativa das variáveis e variáveis canônicas.

3.2.5.1. Distância Generalizada de Mahalanobis

A distância generalizada de Mahalanobis (1936) entre dois genótipos i e i' é dada por:

$$D^2_{ii'} = \sum_{j=1}^n \sum_{j'=1}^n W_{JJ'} d_j d_{j'}$$

em que:

n = número de caracteres;

$W_{JJ'}$ = elemento da j -ésima linha e j' -ésima coluna da inversa da matriz de variâncias e covariâncias residuais entre os genótipos (acessos); e

d_j = diferença entre as médias do j -ésimo caráter nos dois genótipos considerados.

Matricialmente, pode-se escrever:

$$D^2_{ii'} = \delta' E^{-1} \delta$$

em que:

δ' = vetor-linha [$d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$], sendo $d_j = X_{ij} - X_{ij'}$, para cada j ;

$$\delta = \text{Vetor-coluna} \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ d_j \end{bmatrix}, \text{ sendo } d_j = X_{ij} - X_{ij'}, \text{ para cada } j.$$

A distância de Mahalanobis foi aplicada para dados transformados por condensação pivotal, assim pode ser expressa por:

$$D^2 = \delta' \delta = \sum_{j=1}^n (Z_{ij} - Z_{.j})^2,$$

em que:

Z_{ij} = média da j -ésima variável transformada pelo processo de condensação pivotal. As variáveis Z têm variâncias residuais iguais a 1 e são independentes.

3.2.5.2. Análises de agrupamento

O agrupamento dos acessos foi realizado utilizando-se o método hierárquico do vizinho mais próximo e o método de otimização de Tocher.

3.2.5.2.1. Método Hierárquico do Vizinho mais Próximo

O método do vizinho mais próximo foi realizado a partir da matriz de dissimilaridade genética (distância de Mahalanobis). Os acessos com menor valor de D^2 foram agrupados formando o grupo inicial. Em seguida, foram avaliados os acessos mais próximos do grupo inicial e assim sucessivamente até formar um dendrograma ou diagrama de árvores. A distância entre um grupo e um indivíduo pode ser expressa por:

$$d_{(ij)k} = \min [d_{ik}; d_{jk}]$$

ou seja, a distância de genótipos i e j , em relação ao genótipo k , é fornecida pelo menor elemento do conjunto de distância dos pares de indivíduos (ik) e (jk) (Cruz e Regazzi, 2001). E a distância entre dois grupos pode ser expressa por:

$$d_{(ij)(kl)} = \min [d_{ik}; d_{il}; d_{jk}; d_{jl}]$$

ou seja, a distância entre dois grupos formados, respectivamente, pelos indivíduos $(i$ e $j)$ e $(k$ e $l)$ é dada pelo menor elemento do conjunto, cujos

elementos são as distâncias entre os pares de indivíduos (i e k), (i e l), (j e k) e (j e l).

3.2.5.2.2. Método de Otimização de Tocher

O método de Tocher (1952) foi realizado a partir da matriz de distâncias de Mahalanobis. Para a formação do grupo inicial, foi utilizada a menor distância de D^2 na matriz de dissimilaridade entre os acessos. A inclusão de novos acessos foi baseada no critério de que a distância média intragrupo é inferior às distâncias intergrupos. Para a inclusão de um acesso em um grupo, verificou-se a distância do acesso em relação ao grupo, dividida pelo número de pares formados (Cruz e Regazzi, 2001).

$$\frac{D^2_{(ij)k}}{\eta} < \theta$$

em que:

θ = limite máximo estabelecido para entrada de um genótipo em um grupo;

η = número de acessos que constituem o grupo original; e

$D^2_{(ij)k}$ = distância entre o grupo ij e o acesso k, cuja expressão é:

$$D^2_{(ij)k} = D^2_{ik} + D^2_{jk}$$

em que:

D^2_{ik} = distância entre os acessos i e k; e

D^2_{jk} = distância entre os acessos j e k.

3.2.5.2.3. Projeção das distâncias no plano

A coordenada das duas primeiras unidades foi estabelecida arbitrariamente. Considerando-se duas unidades i e j, considerou-se a coordenada i igual a (0,0) e a de j igual a (d_{ij} , 0). A coordenada da terceira unidade, dada por (X_k , Y_k), foi estabelecida matematicamente, considerando-se as propriedades de um triângulo, em que:

$$\mathbf{X}_k = \frac{d^2_{jk} - d^2_{ik} - d^2_{ij}}{-2d_{ij}}$$

e

$$\mathbf{Y}_k = \sqrt{d^2_{ik} - X^2_k}$$

A coordenada das demais unidades foi estimada estatisticamente, visando a minimizar a distorção entre a distância original e a distância gráfica. Assim, a coordenada da unidade l foi estimada a partir de :

$$\mathbf{C} = \mathbf{P}^{-1}\mathbf{Q}$$

sendo,

$$\mathbf{C}' = [\mathbf{K} \ \mathbf{X}_l \ \mathbf{Y}_l]$$

em que,

k = constante;

X_l = abscissa da unidade l; e

Y_l = ordenada da unidade l.

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} M & -2\sum X_n & -2\sum Y_n \\ -2\sum X_n & 4\sum X_n^2 & 4\sum Y_n X_n \\ -2\sum Y_n & 4\sum X_n Y_n & 4\sum Y_n^2 \end{bmatrix}$$

sendo,

M= número de unidades para as quais já foram calculadas as coordenadas; e

n= indexador que assume os valores correspondentes às unidades cujas coordenadas já foram calculadas (n = i, j, k, ...) (Cruz e Regazzi, 2001).

$$\mathbf{Q} = \begin{bmatrix} \sum d_{ln}^2 & -\sum (X_n^2 + Y_n^2) \\ -2\sum X_n d_{ln}^2 & -2\sum X_n (X_n^2 + Y_n^2) \\ -2\sum Y_n d_{ln}^2 & -2\sum Y_n (X_n^2 + Y_n^2) \end{bmatrix}$$

3.2.5.3. Variáveis canônicas

As variáveis originais foram transformadas em um novo conjunto, as variáveis canônicas, estabelecendo as seguintes propriedades (Cruz e Regazzi, 2001):

a) Se Y_{ij} é uma variável canônica, então, Y_j é uma combinação linear de X :

$$Y_{ij} = a_1X_{i1} + a_2X_{i2} + \dots + a_nX_{in}$$

b) Se Y_{ij} é outra variável canônica, então:

$$Y_{ij'} = b_1X_{i1} + b_2X_{i2} + \dots + b_nX_{in}$$

e

$$\sum_j \sum_{j'} a_j a_{j'} \sigma_{jj'} = \sum_j \sum_{j'} b_j b_{j'} \sigma_{jj'} = 1$$

$$\sum_j \sum_{j'} a_j b_{j'} \sigma_{jj'} = 0$$

$\sigma_{jj'}$ é a covariância residual entre os caracteres j e j' .

c) Dentre todas as variáveis canônicas:

$$\text{Variância } Y_{i1} > \text{variância } Y_{i2} > \dots > \text{variância } Y_{in}$$

Segundo Rao (1952) citado por Teixeira (2002), as variâncias de cada variável canônica e os coeficientes de ponderação dos caracteres podem ser estimados pela solução dos sistemas:

$$(\mathbf{T} - \lambda_j \mathbf{E}) \delta_j = \Phi$$

e a j -ésima variância, pela raiz característica de ordem correspondente, obtida pela solução de:

$$\det [\mathbf{T} - \lambda_j \mathbf{E}] = 0$$

em que:

\mathbf{T} = matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas;

\mathbf{E} = matriz de variâncias e covariâncias residuais;

δ_j = autovetor associado a cada estimativa das raízes características, cujos elementos são os coeficientes de ponderação; e

λ_j = raízes características (autovalores) da matriz $\mathbf{E}^{-1}\mathbf{T}$.

Caso as duas primeiras variáveis canônicas determinarem um mínimo de 80% da variação, representa-se por meio de um gráfico bidimensional. No caso

das três primeiras explicarem essa variação, utiliza-se um gráfico tridimensional, possibilitando o exame visual das divergências entre os acessos.

3.2.4.4. Importância relativa das características

A importância relativa das características foi calculada utilizando-se o método proposto por Singh (1981), que se baseia na partição do total das estimativas das distâncias D_{ii}^2 , considerando todos os possíveis pares de indivíduos, para a parte devida a cada característica.

3.3. Avaliação da reação à mancha bacteriana

O experimento de avaliação da resistência à mancha bacteriana foi conduzido em casa de vegetação na UAP/CCTA/UENF, no período de fevereiro de 2002 a setembro de 2002. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 60 tratamentos, cinco repetições e uma planta por parcela. As plantas foram conduzidas em vaso plástico com capacidade de cinco litros. Os mesmos acessos utilizados para a caracterização morfoagronômica foram avaliados quanto à reação à mancha bacteriana (Tabela 1).

Foram avaliadas as reações de folhas e frutos, num total de quatro avaliações de resistência à mancha bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* - *Xav*), todas utilizando-se o isolado ENA 4135, cedido pelo Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Este isolado foi selecionado pela sua patogenicidade, que foi previamente testada (Leal et al., 2001; Juhász, 2002; Riva 2002) e por ser resistente a defensivos à base de cobre (Aguiar et al. 2000). O isolado foi cultivado em meio líquido DYGS (Rodrigues Neto et al., 1986; Carmo et al., 1996), por aproximadamente 36 horas, sob agitação numa rotação de 100 rpm a 28°C. Em seguida, as bactérias foram cultivadas em placas de Petri contendo o meio DYGS sólido. Após um período de 36 horas de crescimento, a $28 \pm 2^\circ\text{C}$ (Carmo et al., 1996), as colônias bacterianas foram suspensas em água estéril e a concentração de células foi ajustada para

10^3 e 10^8 células/ml, em espectrofotômetro, utilizando-se transmitância de 50% e comprimento de onda de 600nm (Costa, 2000).

A inoculação em folhas foi feita em 07/05/02, quando as plantas estavam com 60 dias, e procedeu-se à avaliação em 30/05/02. A inoculação foi realizada em uma folha do terço médio da planta, pelo método de infiltração de suspensão bacteriana no mesófilo (Bongiolo Neto et al, 1986; Costa, 2000). A infiltração foi realizada com seringa hipodérmica, com uma suspensão na concentração de 10^3 células/ml, encharcando-se em torno de 3 cm^2 do mesófilo foliar. Aos 23 dias após a inoculação, foram coletadas as folhas inoculadas, estas foram digitalizadas com auxílio de *scanner* (Juhász, 2002; Riva, 2002), viabilizando a contagem do número de pústulas/ cm^2 num aumento de 3.200%. Em cada folha foram amostradas e contadas três áreas de 1 cm^2 , que deram origem à média do número de pústulas (MNP), que foram convertidas em notas pela escala proposta por Riva (2002): 1= $0 \leq X \leq 15$, 2= $15 \leq X \leq 30$, 3= $30 \leq X \leq 45$, 4= $45 \leq X \leq 60$, 5= $60 \leq X \leq 75$, 6= $75 \leq X \leq 90$, 7= $90 \leq X \leq 105$, 8= $105 \leq X \leq 120$, 9= $120 \leq X \leq 135$ e 10= $X > 135$, onde se representa o número de pústulas.

A segunda avaliação consistiu na verificação de ocorrência de resposta hipersensível (RH) nos acessos em relação à *Xav*. Para tanto, procedeu-se à inoculação de uma folha sadia no terço médio da planta, com uma suspensão bacteriana de 10^8 células/ml. Este procedimento foi realizado no mesmo dia em que as plantas foram inoculadas com a concentração de 10^3 células/ml, utilizando-se folhas diferentes da mesma planta para as inoculações com as distintas concentrações. Para diferenciar as concentrações, numa mesma planta, as folhas foram marcadas utilizando-se lãs de cores distintas. Após 48 horas, foi avaliada a presença ou ausência da Resposta Hipersensível (RH).

A terceira avaliação foi feita em frutos maduros. A inoculação foi efetuada com auxílio de agulhas hipodérmicas, previamente em contato com células bacterianas, obtidas de colônias de *Xav* crescidas em placa de Petri. Os frutos foram perfurados em três pontos equidistantes. Após 14 dias, as lesões foram mensuradas em seu maior diâmetro, com auxílio de paquímetro digital. Com os três diâmetros por fruto, obteve-se a média do diâmetro da lesão por fruto - DIAM (Rodrigues, 1997; Costa, 2000). As médias dos diâmetros obtidos foram convertidos para a escala de notas proposta por Costa (2000): 1= $0 \leq X \leq 1 \text{ mm}$; 2=

$1 \leq X \leq 2$ mm; $3 = 2 \leq X \leq 3$ mm; $4 = 3 \leq X \leq 4$ mm e $5 = X > 4$ mm, na qual a nota 1 corresponde à resistência e a nota 5 equivale à suscetibilidade.

A quarta avaliação foi feita em frutos no estágio imaturo, um mês após a terceira avaliação, seguindo os mesmos critérios para inoculação em frutos maduros.

Os dados obtidos das avaliações de inoculação na concentração de 10^3 céls/ml de frutos maduros e imaturos foram analisados com auxílio do programa GENES. Foram realizadas análises de variância para todas as médias, inclusive das notas, teste de médias Scott Knott e correlação de Spearman (Cruz, 2001).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de umidade relativa do ar (UR%), e temperatura máxima e mínima, para as condições de campo, verificadas durante a condução da etapa de caracterização morfoagronômica podem ser observadas na Figura 1. Esses dados foram registrados na Estação Evapotranspirométrica da UENF. Nota-se que, durante o período de condução do experimento de campo, a umidade relativa manteve-se em torno de 80%, atingindo 100% em fevereiro/março. Para as temperaturas, verificou-se que a máxima manteve-se em torno de 30°C, atingindo 40°C em fevereiro/março, e a mínima esteve próxima de 20°C. Temperaturas elevadas associadas à umidade relativa do ar baixa ou à ocorrência de ventos secos induzem o aborto de flores (Boswell et al., 1964). A amplitude térmica favorece a floração e frutificação do pimentão (Blanco et al., 1997), porém Filgueira (2000) afirma que esta termoperiodicidade não deve exceder a 6°C. As pimentas são mais tolerantes às altas temperaturas, apresentando menor intensidade de queda de flores e maior vingamento de frutos nessas condições, em relação aos pimentões (Boswell et al., 1964). As condições ambientais, temperaturas e umidade relativa do ar elevadas foram favoráveis para o desenvolvimento da murcha. No período de verão, houve maior quantidade de chuvas, acarretando uma elevação da umidade relativa do

ar, chegando a 100%. Outro fator que facilitou o desenvolvimento dos patógenos foi a irrigação ter sido por aspersão. Para não disseminar a doença por toda a área, foi instalado um outro experimento em condições de casa de vegetação, permitindo a irrigação apenas no solo após a inoculação de *Xav*, impedindo, assim, a disseminação para partes não inoculadas.

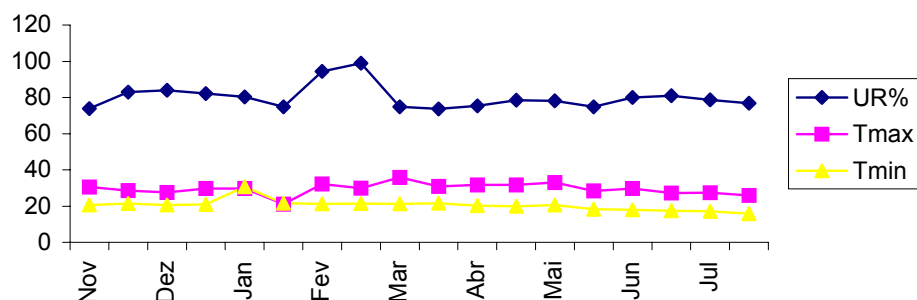


Figura 1. Dados climatológicos relativos ao experimento de campo: umidade relativa do ar média (UR%), temperatura máxima (Tmax) e temperatura mínima (Tmin), registrados na Estação Evapotranspirométrica da UENF, no período de novembro de 2001 a julho de 2002.

Na etapa de avaliação da resistência à mancha bacteriana, realizada em casa de vegetação, os dados de umidade relativa do ar (UR%) e temperaturas máxima e mínima foram registrados por um termohigrógrafo, instalado dentro da casa de vegetação. Os dados podem ser observados na Figura 2. Deve-se ressaltar que, no gráfico, está plotada a umidade relativa média, pois houve uma amplitude grande ao longo dos dias. Durante todo o experimento, a umidade relativa máxima ficou em 90,07%, a mínima em 32,39% e a média em 61,23%. Nota-se que a umidade relativa do ar média em junho atingiu a mínima de 48%, porém em julho atingiu a máxima de 66%. A temperatura máxima teve média de 32°C no período total do experimento, porém chegou à máxima de 47°C no mês de julho. A temperatura mínima manteve-se próxima a 20°C. Houve perda de plantas devido à ocorrência de cercosporiose (*Cercospora melangena* Welles), o que reduziu o número de acessos avaliados, pois causou grande desfolha e perda de vigor em alguns acessos. Segundo Kurozawa e Pavan (1997), a cercosporiose é preocupante em épocas de alta umidade relativa e calor.

Entretanto, para conseguirmos uma resposta mais consistente da reação à mancha bacteriana se fez necessário inocular a *Xav* no período quente/úmido, a fim de que a interação planta x patógeno x ambiente fosse favorável para o desenvolvimento da doença. A época escolhida foi satisfatória, pois a doença desenvolveu-se tanto em folhas quanto em frutos, permitindo a realização da avaliação quanto à resistência à *Xav*.

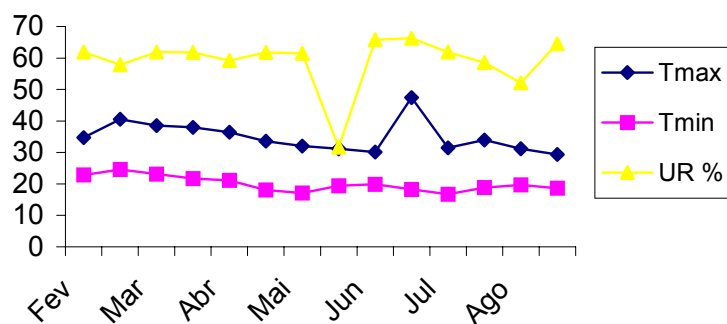


Figura 2. Dados climatológicos relativos ao experimento em casa de vegetação: umidade relativa do ar (UR%), temperatura máxima (Tmax) e temperatura mínima (Tmin), provenientes do termohigrógrafo instalado dentro da casa de vegetação, no período de fevereiro a agosto de 2002.

4.1. Caracterização morfoagronômica - caracteres qualitativos

Os descritores cor do caule, cor da antera, cor da corola, número de flores por axila, posição da flor, hábito de crescimento, cor do fruto no estágio intermediário, cor do fruto no estágio maduro, formato do fruto, epiderme do fruto, cor da semente, cor da folha cotiledonar, constrição anular do cálice e presença de pescoço são variáveis qualitativas. As doze primeiras são multicategóricas e as duas últimas binárias, totalizando quinze variáveis qualitativas. Número de lóculos também foi considerado como variável qualitativa, pois apresentou apenas três categorias discretas. Para tais variáveis não foram feitas análises de variância, e sim a porcentagem de cada categoria dentro de cada característica. Na Tabela 2 estão apresentadas as classes observadas para as variáveis multicategóricas e binárias.

Tabela 2. Classes observadas para caracterização de 15 variáveis qualitativas relativas a 60 acessos de *Capsicum* spp.

ACESSO	CCAU ^{1/}	CANT	CCOR	NFA	PDF	HC	CFI	CFM	FF	EF	CS	LÓC	CFC	CAC	PESC	ESP
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
2	1	4	1	1	5	7	3	9	1	1	1	2	3	0	0	1
3	1	4	1	1	5	5	3	8	5	1	1	4	3	0	0	1
4	1	2	2	1	5	5	2	6	6	1	1	3	1	0	0	3
5	2	4	4	3	7	5	3	5	2	1	1	3	7	1	0	5
6	2	5	4	3	7	7	4	8	3	3	1	3	2	1	0	5
7	1	4	1	1	5	7	3	8	3	1	1	3	3	0	0	1
8	1	4	1	1	5	7	3	8	3	1	1	3	3	0	0	1
9	1	4	1	1	7	7	3	8	3	1	1	3	3	0	0	1
10	2	4	1	1	7	5	4	8	3	2	1	2	2	0	0	1
11	1	4	4	3	5	7	3	5	4	1	1	3	2	1	0	5
12	1	4	4	1	5	5	4	7	1	2	1	2	2	0	0	6
13	1	2	2	1	7	5	7	8	1	2	1	4	3	0	1	3
14	1	2	2	1	7	5	4	8	1	3	1	2	1	0	1	3
15	1	2	2	1	7	5	4	7	1	3	1	2	1	0	1	3
16	1	3	4	1	7	7	4	8	1	3	1	2	2	0	0	6
17	1	2	2	1	7	5	4	7	5	2	1	3	1	0	0	3
18	1	5	4	2	5	7	3	5	4	2	1	3	2	1	0	5
19	1	2	2	1	7	5	4	7	1	2	1	3	1	0	1	3
20	1	2	2	2	7	5	4	7	6	2	1	3	1	0	0	4
21	1	2	2	1	7	5	4	8	5	1	1	3	1	0	0	3
22	2	5	4	2	7	5	4	8	4	2	1	4	2	1	0	5
23	2	5	4	2	5	5	4	8	4	2	1	4	2	1	0	5
24	1	2	2	1	7	5	4	8	1	3	1	2	1	0	0	3
25	1	2	2	1	7	5	4	7	1	3	1	3	1	0	0	3
26	1	2	2	1	7	5	4	8	5	2	1	3	1	0	0	3
27	2	4	1	1	5	7	3	9	5	1	1	2	3	0	0	1

28	1	4	1	1	7	7	7	9	1	3	1	2	3	0	1	1
29	2	2	2	1	7	5	4	7	3	1	1	3	2	1	0	3
30	1	5	4	3	5	5	3	5	4	2	1	3	2	1	0	5
31	2	5	4	3	7	5	2	6	2	1	1	3	2	1	0	5
32	1	3	4	3	7	5	3	6	2	1	1	3	2	1	0	5
33	2	4	4	2	7	5	4	8	2	1	1	3	2	1	0	5
34	2	4	4	3	7	5	2	1	7	1	1	2	2	1	0	5
35	1	2	2	1	7	5	4	7	1	2	1	3	1	0	0	3
36	1	4	4	3	7	5	4	7	1	2	1	2	2	0	0	6
37	2	5	9	3	5	5	4	8	5	1	1	3	4	1	0	5
38	3	5	8	1	7	7	4	8	3	1	1	2	5	0	0	2
39	1	3	4	1	7	7	4	7	1	3	1	2	2	0	0	6
40	1	3	4	3	7	5	4	7	1	2	1	2	2	0	0	6
41	1	4	1	1	5	7	4	9	1	2	1	3	3	0	0	1
42	1	4	1	1	5	7	7	9	3	1	1	2	3	0	0	1
43	1	4	1	1	5	7	4	9	1	2	1	2	3	0	1	1
44	1	4	1	1	5	7	3	9	1	1	1	2	3	0	0	1
45	1	4	1	1	3	7	3	9	3	1	1	3	3	0	0	1
46	1	4	1	1	5	7	3	9	3	1	1	2	3	0	0	1
47	1	5	4	1	7	5	2	1	7	1	1	3	4	1	0	5
48	3	5	9	2	5	7	5	4	5	1	1	3	2	1	0	5
49	1	5	4	3	5	5	4	7	1	3	1	3	2	1	1	5
50	1	2	2	1	7	5	4	7	3	1	1	3	2	0	0	3
51	2	5	5	2	7	3	7	8	5	1	3	4	2	0	0	7
52	1	3	1	1	7	5	4	8	3	2	1	2	3	0	0	1
53	2	5	8	1	7	5	7	8	7	1	1	2	4	0	0	2
54	1	4	4	2	7	5	3	4	2	1	1	3	2	1	0	5
55	2	3	1	1	5	5	3	9	1	1	1	3	3	0	0	1
56	1	2	2	2	7	5	4	8	8	2	1	4	1	0	0	4
57	3	5	10	2	5	7	7	13	3	1	1	3	6	1	1	5
58	3	5	10	3	7	7	7	13	5	1	1	4	6	1	0	5

59	1	3	4	1	7	5	4	7	1	3	1	2	2	0	0	6
60	1	3	4	3	7	5	3	3	1	3	1	3	2	0	1	6

^{1/}CCAU= cor do caule (1= verde, 2= verde com estrias roxas, e 3=roxo); CANT= cor da antera (2= amarelo, 3=azul-pálido, 4= azul, e 5= roxo); CCOR= cor da corola (1= branco, 2= branco com manchas amarelas/esverdeadas, 4= branco-esverdeado, 5= roxo com a base branca, 8= roxo e 9= amarelo por fora e levemente lilás por dentro e 10= lilás por fora e amarelo por dentro); NFA= número de flores por axila (1= um, 2= dois, e 3= três); PFLO= Posição da flor (3= pendente, 5= intermediário e 7= ereto); HC= Hábito de crescimento (3= prostrado, 5= intermediário ou compacto, 7= ereto); CFEL= Cor do fruto no estágio intermediário (1= branco, 2= amarelo, 3= verde, 4= laranja, 5= roxo, 6= roxo escuro e 7= outro); CFEM= Cor do fruto no estágio maduro (1= branco, 2= amarelo-limão, 3= amarelo-laranja pálido, 4= amarelo-laranja, 5= laranja-pálido, 6= laranja, 7= vermelho-claro, 8= vermelho, 9= vermelho escuro, 10= roxo, 11= marrom, e 13= vinho); FFR= Forma do fruto (1= alongado, 2= redondo, 3= triangular, 4= campanulado, 5= quadrado, 6= pitanga, 7= oval e 8= sino); EPF= epiderme do fruto (1= liso, 2= semi-rugoso e 3= rugoso); CS= Cor da semente (1= palha/amarelo-escuro, 2= marrom e 3= preto); NLF= Número de lóculos por fruto (2, 3 e 4); CFC= Cor da folha cotiledonar (1= verde claro, 2= verde, 3= verde-escuro, 4= roxo-claro, 5= roxo, 6= roxo-escuro, e 7= variegado); CAC= Constrição anular do cálice (0= ausente e 1= presente) e PESC= Constrição na base do fruto (0= ausente e 1= presente) e ESP= espécie (1= *C. annuum* var. *annuum*, 2= *C. annuum* var. *glabriusculum*, 3= *C. baccatum* var. *pendulum*, 4= *C. baccatum* var. *baccatum*, 5= *C. chinense*, 6= *C. frutescens* e 7= *C. pubescens*);

Quanto à cor da folha cotiledonar, foram observadas sete cores, variando do verde-claro ao roxo-escuro, sendo a maioria próxima ao verde (88,1%) e os demais acessos, cerca de 11,9% (Figura 03).

Para o descritor cor do caule, foi observado que a maioria dos acessos apresentou cor verde (70%), seguida pela verde com estrias roxas (24%) e alguns totalmente roxos (6%) (Figura 04).

Para cor da antera, houve predominância da cor azul (36%), seguida de anteras roxas e amarelas (25% cada uma) e 14 % das plantas apresentou antera de cor azul-clara (Figura 05). Esse descritor é importante para identificação de espécies de *Capsicum*. Todos os acessos que apresentaram anteras amarelas pertencem à *C. baccatum*, que correspondem a 25% dos acessos estudados. Dos 15 acessos que apresentaram anteras roxas, 12 pertenciam à *C. chinense* (80%), dois aos únicos acessos de *C. annuum* var. *glabriusculum* (13,3%) e um à *C. pubescens* (6,7%) (Figura 06).

Quanto à cor da corola, a maioria foi branco-esverdeada (36%), seguida pela cor branca (27%), branca com manchas amarelas/verdes (25%), sendo o descritor que isoladamente conseguiu identificar 57% dos acessos quanto à espécie. Apenas um acesso apresentou corola roxa com a base branca, representado por *C. pubescens*. As porcentagens dos acessos encontram-se representadas na Figura 07 e as cores podem ser observadas na Figura 06.

O descritor número de flores por axila é de extrema importância para diferenciar as variedades botânicas *baccatum* e *pendulum* pertencentes à *Capsicum baccatum*. A variedade *pendulum* apresenta apenas uma flor por nó e a *baccatum* duas a três flores por nó. A maioria dos acessos apresentou apenas uma flor por axila, característica presente também na espécie *C. annuum* (Figura 08).

A posição da flor foi um descritor difícil de ser observado, pois ocorreram na mesma planta e no mesmo horário, flores pendentes, intermediárias e eretas. Considerando-se a posição predominante, 6% dos acessos foram classificados como eretos, 35,6% como intermediários e apenas 3,4% dos acessos apresentaram flor pendente. As porcentagens dos acessos quanto à posição da flor encontram-se na Figura 09.

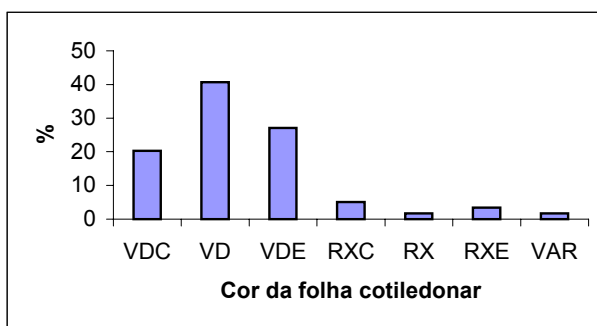


Figura 03. Distribuição de freqüências dos acessos de *Capsicum* spp. quanto à cor da folha cotiledonar, sendo VDC= verde-claro; VD= verde; VDE= verde-escuro; RXC= roxo-claro; RX= roxo; RXE= roxo-escuro e VAR= variegado (roxo e verde).

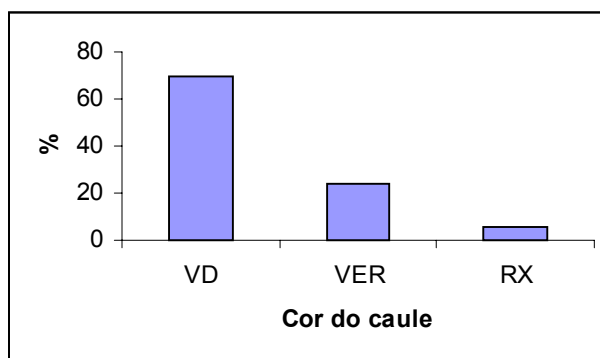


Figura 04. Distribuição dos acessos de *Capsicum* spp. quanto à cor do caule (VD= verde; VER= verde com estrias roxas; RX= roxo).

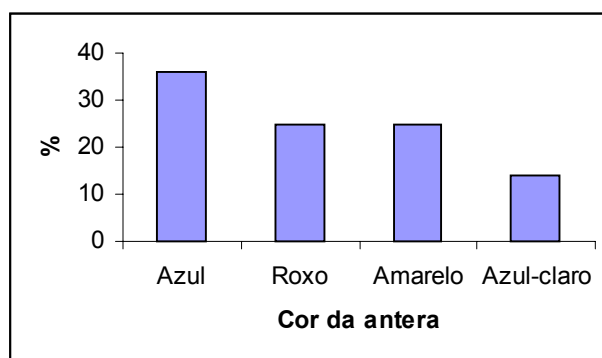


Figura 05. Distribuição de freqüências dos acessos de *Capsicum* spp. quanto à cor da antera.

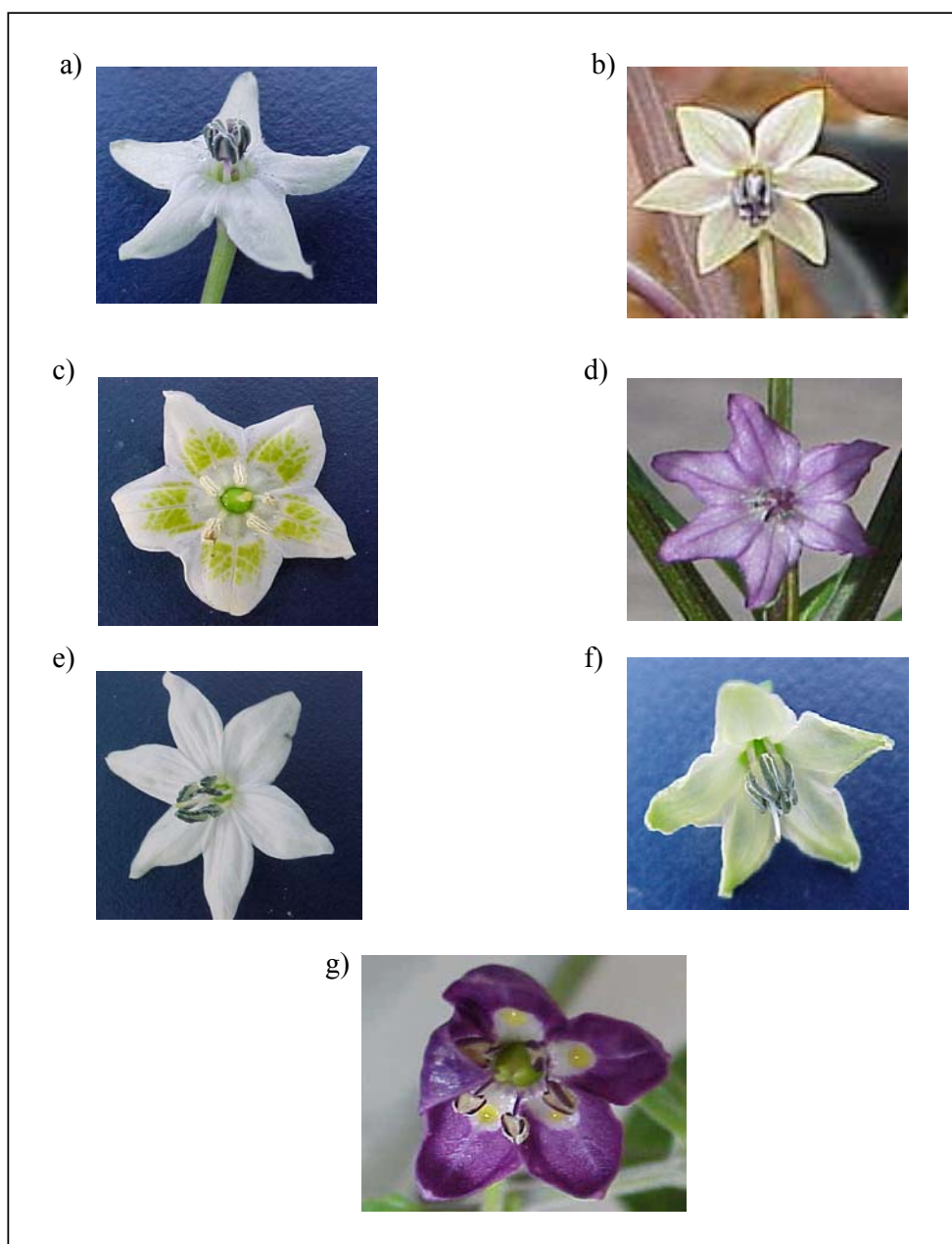


Figura 06. Variabilidade entre os acessos quanto à cor da corola e antera em espécies de *Capsicum* spp. a) corola paleácea e anteras roxas (*C. chinense*); b) corola lilás por fora e branco-esverdeada por dentro (*C. chinense*); c) corola branca com manchas difusas amareladas e anteras amarelas (*C. baccatum* var. *pendulum*); d) corola roxa e antera roxa (*C. annuum* var. *glabriusculum*); e) corola branca com anteras azuis (*C. annuum* var. *annuum*); f) corola branco-esverdeada com antera azul-clara (*C. frutescens*); e g) corola roxa com a base branca, apresentando nectários amarelos e antera roxa (*C. pubescens*).

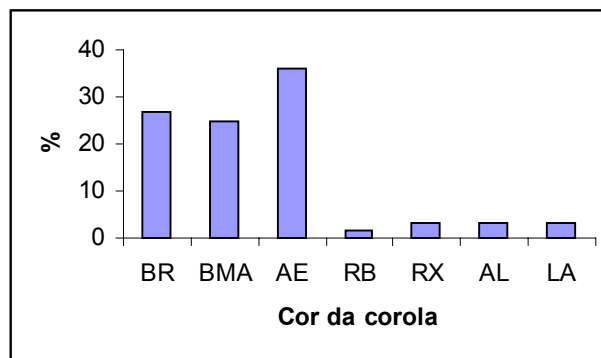


Figura 07. Distribuição de freqüências dos acessos de *Capsicum* spp. quanto às diferentes cores de corola (BR= branco; BMA= branco com manchas amarelas/verdes; AE= amarelo-esverdeada; RB= roxo com a base branca; RX= roxo; AL= amarelo por fora e lilás por dentro; e LA= lilás por fora e amarelada por dentro).

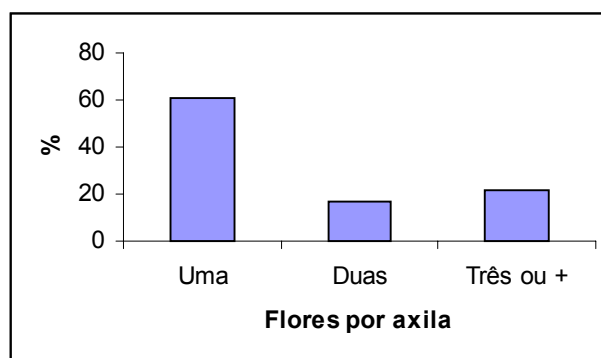


Figura 08. Distribuição de freqüências dos acessos de *Capsicum* spp. quanto ao número de flores por axila.

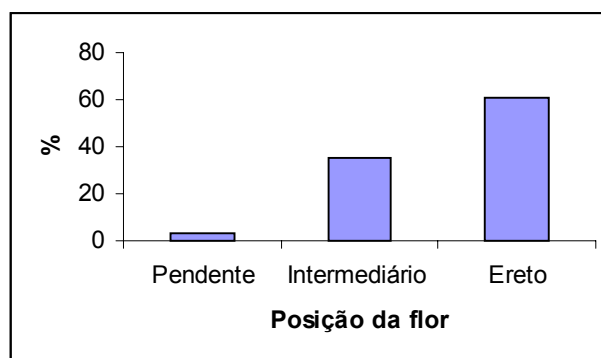


Figura 09. Distribuição de freqüências dos acessos de *Capsicum* spp. quanto à posição da flor em relação ao caule.

Grande parte dos acessos possui hábito de crescimento intermediário (62,7%), parte foi ereto (35,6%) e apenas um acesso foi prostrado (*C. pubescens*) (Figura 10). Este descritor é importante no que diz respeito a manejo da cultura, pois uma planta muito alta com copa pequena pode necessitar de tutoramento. Plantas prostradas apresentam a desvantagem de dificultarem o manejo (capinas, enxadas rotativas, pulverizações, entre outros).

Os frutos apresentaram uma grande variabilidade de cores no decorrer do seu desenvolvimento, inclusive alguns acessos apresentaram mais de seis cores distintas até chegar à cor final. Outros acessos, por sua vez, apresentaram apenas dois tons da mesma cor, porém o descritor cor do fruto no estágio imaturo, conforme proposto pelo IPGRI (1995), não contempla todas as fases de maturação e sim apenas a anterior à maturação. Mesmo assim, houve divergência entre os acessos, sendo a maioria alaranjado (50,8%), seguido pelo verde (28,8%), marrom (11,9%), amarelo (6,8%) e roxo (1,7%) (Figura 11).

Para cor do fruto no estágio maduro foram observadas nove categorias, confirmando a divergência entre os genótipos estudados quanto à diversidade de pigmentos. A cor predominante foi o vermelho (35,6%), seguida pelas cores vermelho-claro (23,7%) e vermelho-escuro (16,9%). A cor vinho foi apresentada por apenas dois acessos provenientes da região Amazônica, sendo plantas com a parte vegetativa roxa (folhas e caule). Assim, a maioria dos acessos apresentou coloração vermelha. As cores próximas do amarelo totalizaram 20,4%, variando do branco ao laranja (Figura 12).

Foram observados os formatos dos frutos e comparados com as figuras apresentadas pela lista de descritores do IPGRI (1995). Observaram-se nos frutos colhidos formatos que não se enquadravam em nenhuma das formas constantes da lista de descritores e foram acrescidas na caracterização e denominadas de “pitanga” (fruto achatado com vários lóculos), oval ou sino. O formato predominante foi o alongado (35,6%) seguido pelo triangular (20,3%) e pelo quadrado/bloco (16,9%). Os formatos redondo, campanulado, “pitanga”, oval e “sino” totalizaram 27,2% dos acessos (Figura 13).

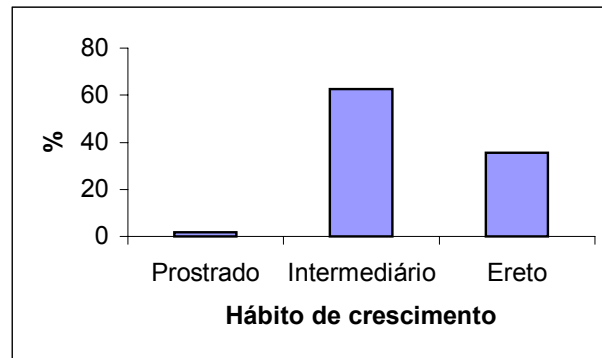


Figura 10. Distribuição de freqüências dos acessos de *Capsicum* spp. quanto ao hábito de crescimento.

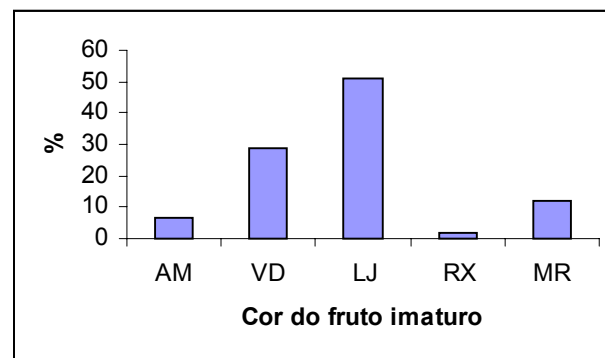


Figura 11. Distribuição de freqüências dos acessos de *Capsicum* spp. quanto à cor do fruto imaturo (AM=amarelo; VD= verde; LJ= alaranjado; RX= roxo; e MR= marrom).

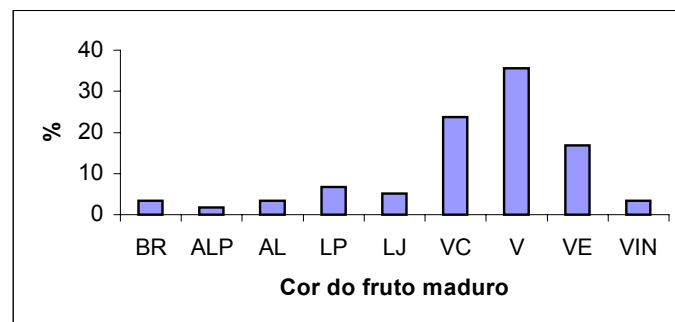


Figura 12. Distribuição de freqüências dos acessos de *Capsicum* spp. quanto à cor do fruto no estágio maduro (BR= branco; ALP= amarelo-laranja pálido; AL= amarelo-laranja; LJ= laranja; VC= vermelho-claro; V= vermelho; VE= vermelho-escuro; e VIN= vinho).

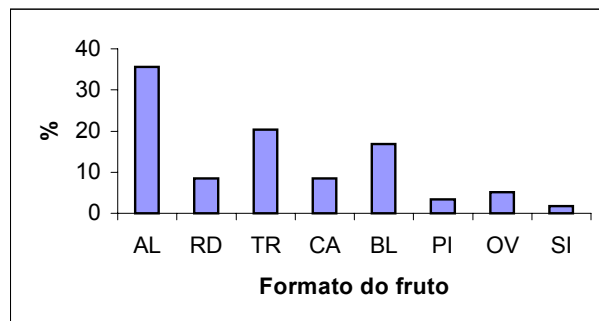


Figura 13. Distribuição de freqüências dos acessos de *Capsicum* spp. quanto ao formato dos frutos (AL= alongado; RD= redondo; TR= triangular; CA= campanulado; BL= bloco; PI= pitanga; e SI = sino).

A textura da epiderme da maioria dos frutos foi lisa (50,8%), parte foi semi-rugosa (30,5%) e a minoria foi rugosa (18,7%) (Figura 14).

O descritor cor da semente foi o que menos variou, com 98,3% dos acessos apresentando a cor amarelo-escura e apenas 1,7% preto (Figura 15). Apesar da pouca variabilidade, esse descritor é bastante importante na identificação das espécies de *Capsicum*, já que apenas *C. pubescens* apresenta sementes pretas.

Para número de lóculos por fruto, observaram-se que 52,5% dos acessos apresentaram-se com três lóculos, 35,6% com dois lóculos e 11,9% com quatro lóculos. Esse descritor é interessante para auxiliar na escolha de acessos para fins industriais, pois quanto menor o número de lóculos, menor tempo de secagem (Figura 16).

Quanto à presença de constrição na base do fruto, 84,7% dos acessos apresentaram frutos sem constrição e apenas 15,3% com constrição (Figura 17).

O descritor constrição anular do cálice esteve ausente em 67,7% dos acessos e presente em 32,3%. Este descritor é de suma importância para diferir *C. chinense* de *C. frutescens*, já que está presente na primeira e ausente na segunda espécie (Figura 18).

Com base nos descritores qualitativos avaliados, foi possível identificar todas as espécies, pois 50% da coleção não estavam devidamente identificadas. Além das espécies, foi também possível distinguir duas variedades botânicas de *C. baccatum* (*pendulum* e *baccatum*) e duas de *C. annuum* (*annuum* e *glabriusculum*). Assim, pode-se inferir que a coleção de *Capsicum* do

CCTA/UENF é composta por 31% de *C. chinense*, 27% de *C. annuum* var. *annuum*, 21,7% de *C. baccatum* var. *pendulum*, 3,3% de *C. baccatum* var. *baccatum*, 12% de *C. frutescens*, 3,3% de *C. annuum* var. *glabriusculum* e 1,7% de *C. pubescens* (Figura 19).

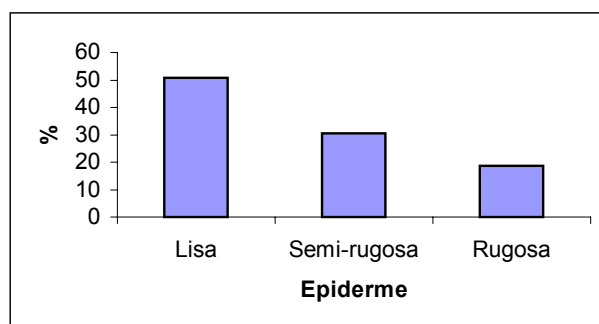


Figura 14. Distribuição de freqüências dos acessos de *Capsicum* spp. quanto à textura da epiderme do fruto.

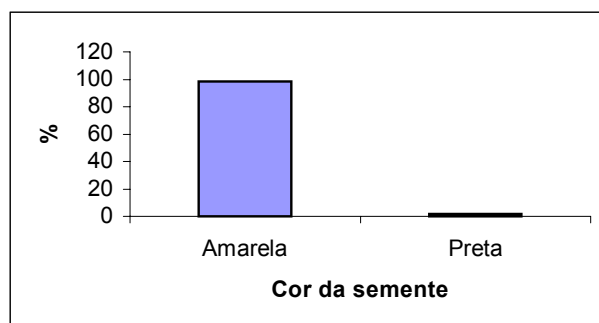


Figura 15. Distribuição de freqüências dos acessos de *Capsicum* spp. quanto à cor da semente.

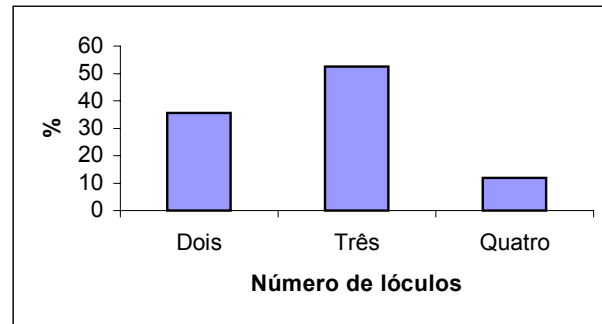


Figura 16. Distribuição de freqüências dos acessos de *Capsicum* spp. quanto ao número de lóculos dos frutos.

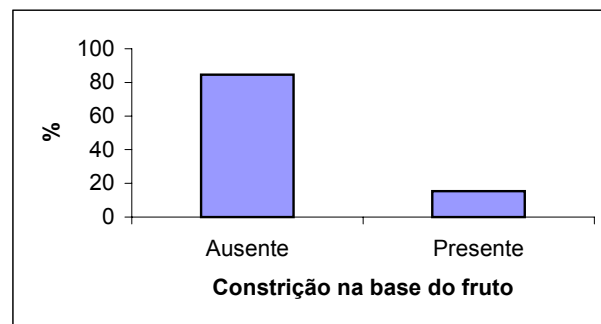


Figura 17. Distribuição de freqüências dos acessos de *Capsicum* spp. quanto à presença de constrição na base do fruto.

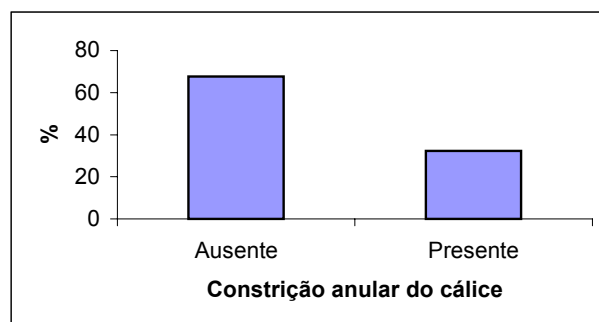


Figura 18. Distribuição de freqüências dos acessos de *Capsicum* spp. quanto à presença de constrição anular do cálice.

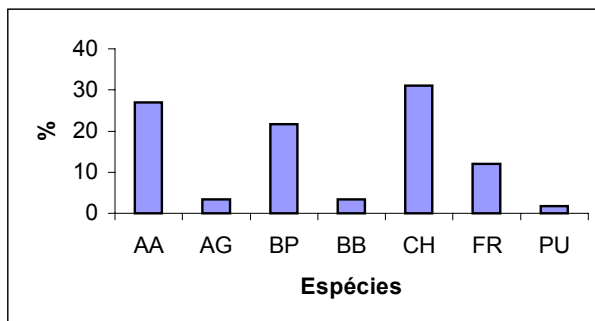


Figura 19. Distribuição das freqüências dos acessos quanto à espécie (AA= *C. annuum* var. *annuum*, AG= *C. annuum* var. *glabriusculum*, BP= *C. baccatum* var. *pendulum*, BB= *C. baccatum* var. *baccatum*, CH= *C. chinense*, FR= *C. frutescens*; e PU= *C. pubescens*)

4.1.2. Correlação de Spearman

Com intuito de conhecer e explorar mais os dados qualitativos, estimaram-se as correlações simples para 16 variáveis. A correlação de Spearman foi utilizada por ser mais adequada para dados que não se distribuem em uma curva normal. Os descritores correlacionados foram: cor do caule, cor da antera, cor da corola, número de flores por axila, posição da flor, hábito de crescimento, cor do fruto no estágio intermediário, cor do fruto no estágio maduro, forma do fruto, epiderme do fruto, cor da semente, número de lóculos, cor da folha cotiledonar, constrição anular do cálice e presença de pescoço do fruto. A matriz das correlações encontra-se na Tabela 3.

Pelo teste t em nível de 1% e 5% de probabilidade e grau de liberdade (n-2) igual a 118, as correlações acima de 0,254 e 0,195, respectivamente, são significativas (Cruz e Regazzi, 2001).

O descritor cor da corola foi altamente correlacionado com espécie (0,8993), confirmando, assim, a importância desse descritor para fins de identificação botânica quanto à espécie. O número de flores por axila apresentou correlação positiva e significativa de 0,4957 com espécie, o que também vem ratificar a sua contribuição para a identificação botânica, pois determinadas espécies e até variedades, como citado anteriormente, apresentam um número específico de flores por axila.

Tabela 3. Matriz das correlações de Spearman referentes às variáveis qualitativas.

	CCAU ^{1/}	CANT	CCOR	NFA	PDF	HC	CFI	CFM	FF	EF	CS	LOC	CFC	CAC	PESC
ESP	0,250*	0,355**	0,899**	0,496**	0,212*	-0,222*	0,151	-0,557**	0,057	0,141	0,070	0,059	-0,102	-0,307**	0,053
CCAU		0,483**	0,467**	0,372**	0,188	0,295**	0,307**	0,203*	0,408**	-0,160	0,430**	0,376**	0,350**	-0,041	0,382**
CANT			0,492**	0,430**	-0,296*	0,271**	-0,044	0,076	0,260**	-0,213*	0,106	0,152	0,619**	-0,382	0,177
CCOR				0,591**	0,120	-0,133	0,249*	-0,433**	0,230*	-0,041	0,048	0,202*	0,042	-0,471**	0,035
NFA					0,164	0,009	-0,041	-0,327**	0,216*	0,114	0,346**	0,480**	-0,052	-0,274**	0,324**
PDF						-0,027	0,348**	-0,147	0,040	0,485**	0,475**	0,234*	-0,304**	0,340**	0,252*
HC							0,099	0,513**	0,065	0,159	0,476**	0,110	0,449**	0,415**	0,434**
CFI								0,327**	0,018	0,300**	0,183	0,062	-0,074	0,183	-0,139
CFM									-0,075	-0,059	0,117	-0,035	0,472**	0,351**	0,014
FF										-0,330**	0,268**	0,457**	0,102	-0,061	0,416**
EF											0,406**	0,040	-0,399**	0,453**	0,160
CS												0,544**	-0,011	0,612**	0,710**
LOC													-0,050	0,056	0,443**
CFC														-0,105	0,073
CAC															0,388**

* Correlação de Spearman significativa em nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

** Correlação de Spearman significativa em nível de 1% de probabilidade pelo teste t.

^{1/}ESP = espécie; CCAU = cor do caule; CANT = cor da antera; CCOR = cor da corola; NFA = número de flores por axila; PDF = posição da flor; HC= hábito de crescimento; CFI= cor do fruto imaturo; CFM = cor do fruto maduro; FF = formato do fruto; EF = epiderme do fruto; CS = cor da semente; LOC = número de lóculos; CFC = cor da folha cotiledonar; CAC = constrição anular do cálice, e PESC = pescoço do fruto.

A correlação entre cor da corola e número de flores por axila foi de 0,5915. Isto pode ser observado na prática, por exemplo, para a espécie *C. annuum*, que possui como características cor da corola branca e uma única flor por axila. A cor da antera com a cor do caule correlacionaram-se positivamente (0,4829), assim como cor da corola com cor do caule (0,4674), cor da antera com cor da folha cotiledonar (0,6188), cor do fruto maduro com cor da folha cotiledonar (0,4723), indicando que as cores de caule, flores, anteras e frutos estão correlacionadas.

A forma do fruto correlacionou-se com a presença de pescoço (0,4165), pois geralmente frutos com formato alongado foram os que mais apresentaram pescoço, enquanto os redondos raramente apresentaram. A forma do fruto teve uma correlação de 0,4568 com número de lóculos, o que era esperado baseado nas observações feitas durante as análises, pois quanto mais alongado o fruto, menor o número de lóculos (geralmente dois lóculos). A presença de três lóculos, em geral, está associada a frutos de formato triangular, quatro lóculos a frutos quadrados e os redondos são imprevisíveis, explicando-se o fato da correlação ser significativa, porém não ser tão alta.

4.2. Caracterização morfoagronômica - caracteres quantitativos

Os descritores quantitativos analisados foram: comprimento do fruto, diâmetro do fruto, número sementes por fruto, altura da planta, diâmetro da copa, peso de 1000 sementes, dias para floração, dias para frutificação, número de frutos por planta, peso de frutos por planta e peso médio do fruto.

4.2.1. Análise de variância

Para o descritor dias para germinação, observou-se que a maioria dos acessos germinou entre oito e dez dias (92,84%), sendo o acesso 56 (*C. baccatum* var. *baccatum*) o mais precoce, germinando com sete dias e os acessos 2 (13 dias) e 56 (17 dias), *C. annuum* e *C. frutescens*, respectivamente, os mais tardios.

Para análise de variância foram considerados 56 acessos dos 60 semeados. Isto ocorreu devido ao acesso 1 não ter germinado, e outros três acessos (3, 40 e 51), incluindo o único de *C. pubescens*, apresentarem menos de 50% das plantas por parcela, devido à perda por doença (provavelmente *Fusarium* ou *Ralstonia*) e também às condições climáticas. A espécie *C. pubescens* é de clima frio e ocorre naturalmente na região Andina, de altitudes elevadas, dificultando a sua sobrevivência nas condições de Campos dos Goytacazes, RJ, que apresenta médias altas de temperatura e altitude próxima a 6 m acima do nível do mar. Na Tabela 4, encontra-se o resumo da ANOVA das variáveis quantitativas relacionadas à planta e na Tabela 5, o resumo da análise de variância (ANOVA) das variáveis quantitativas referentes a fruto.

Segundo Gomes (2000), o coeficiente de variação estima a precisão experimental e, baseando-se em experimentos de campo, o autor propôs uma escala tal que os coeficientes de variação são: baixos (valores inferiores a 10%), médios (entre 10 a 20%), altos (20 a 30%) e muito altos (superiores a 30%). A partir dessa escala, observou-se que o coeficiente de variação foi baixo para comprimento do fruto (8,55%), diâmetro do fruto (6,93%), peso de mil sementes (9,49%) e dias para frutificação (6,93%); médio para as variáveis número de sementes por fruto (14,79%), altura da planta (14,69%) e dias para floração (10,04%); altos para as variáveis peso médio de frutos (23,52%) e diâmetro da copa (21,07%) e muito altos para número de frutos por planta (64,61%) e peso de frutos por planta (41,45%), porém as diferenças entre tratamentos foram altamente significativas para todas as variáveis, demonstrando que as diferenças entre tratamentos superaram o erro amostral, além de confirmarem a variabilidade genética entre os acessos.

As variáveis de produção, geralmente, são controladas por vários genes, sendo influenciadas pelo ambiente, contribuindo para elevar o coeficiente de variação (Allard, 1971). Juhász (2002) e Riva (2002) estimaram para peso de frutos de *Capsicum annuum* L. um número mínimo de genes igual a 4 e 6, e para número de frutos por planta, um número mínimo de genes de 6 e 8, respectivamente.

Outros autores também observaram coeficientes muito altos, dentre eles, Sousa (1998), que, estimando parâmetros genéticos em *Capsicum chinense*, verificou coeficientes de variação de 45,54% para produção total e 39,74% para

número de frutos. Costa (2000), estudando a capacidade de combinação entre genótipos de pimentão para resistência à mancha bacteriana, encontrou coeficientes de variação de 37,12% para produção de frutos por planta e 36,84% para número de frutos por planta. Abreu (2001), estimando a divergência genética de feijão-de-vagem, obteve coeficientes de variação de 53,71% para peso total de vagens por parcela, 52,64% para número total de vagens por parcela e 52,48% para número médio de vagens por parcela. Juhász (2002), estudando a herança da reação à mancha bacteriana em pimentão, encontrou valores de coeficiente de variação para peso de frutos de 34,55% e para número de frutos, de 31,93%.

Tabela 4. Resumo da análise de variância das variáveis quantitativas referentes à planta, para 56 acessos de *Capsicum* spp.

FV	GL	Variância (QM) ^{1/}			
		AP	DC	DPFLOR	DFRUT
Bloco	2	3255,72	4464,47	97,12	2080,75
Acesso	55	1454,51**	2066,20**	405,12**	824,50**
Resíduo	110	150,21	318,73	28,66	267,65
CV%		14,69	21,07	10,04	6,93

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

^{1/}AP = altura da planta; DC = diâmetro da copa DPFLOR = dias para floração; e DFRUT = dias para frutificação.

Tabela 5. Resumo da análise de variância (ANOVA) das variáveis quantitativas referentes a frutos colhidos de 56 acessos de *Capsicum* spp.

FV	GL	VARIÂNCIA (QM) ^{1/}						
		CF	DF	NSF	PMS	NFP	PFP	PMF
Blocos	2	1,44	0,67	262,50	0,30	74267,88	1847901,32	71,47
Acesso	55	40,67**	4,86**	8272,14**	3,06**	177827,66**	498435,10**	586,45**
Resíduo	110	0,19	0,03	121,39	0,18	20455,60	76307,80	5,32
CV%		8,55	6,93	14,79	9,49	64,61	41,45	23,52

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

^{1/}CF = comprimento do fruto; DF = diâmetro do fruto; NSF = número de sementes por fruto; NFP = número de frutos por planta; PFP = peso de frutos por planta; PMF = peso médio do fruto; e PMS = peso de mil sementes.

Para a característica peso médio de frutos, resultante da razão peso por número (de frutos por planta), o coeficiente de variação foi alto (23,52%), porém esperado por ser uma característica quantitativa. Para esta característica, Juhász (2002) encontrou um número mínimo de genes igual a 15, sugerindo ser altamente influenciado pelo ambiente.

A variável diâmetro da copa apresentou coeficiente de variação alto (21,07%). Provavelmente, este valor não esteja associado à imprecisão de coleta dos dados, e sim à divergência entre copas de plantas do mesmo acesso, pois acessos de *C. baccatum*, por exemplo, não são compactos, apresentando, na mesma planta, diferentes diâmetros. Para uniformizar a coleta de dados, foi estabelecido mensurar o maior diâmetro da copa, método proposto pelo IPGRI (1995). Teixeira (1996) estudou a diversidade genética de *Capsicum* spp., e com o objetivo de representar melhor a área ocupada pela copa das plantas, tomou duas medidas do diâmetro da copa, a maior e a menor. Porém, a autora não informa o coeficiente de variação, pois trabalhou com uma única planta, impedindo a comparação dos dados, o que seria interessante para estimar qual método é mais preciso para quantificar diâmetro da copa.

Na Tabela 6, encontram-se os grupos formados por médias estatisticamente iguais, para 56 acessos, relativas a 11 características quantitativas, citadas nas tabelas 4 e 5. O agrupamento foi realizado pelo teste de médias proposto por Scott Knott, por este formar grupos exclusivos, facilitando a interpretação dos dados, principalmente quando o número de tratamentos e o número de grupos são grandes.

Para comprimento de fruto, houve a formação de 10 grupos, o maior comprimento (16,55 cm) foi 1.400% maior que o menor comprimento (1,16 cm), expressando a grande variabilidade entre comprimento dos frutos. Os acessos com maior comprimento ficaram no grupo **a**, que foram os acessos 41 e 43, ambos *C. annuum* var. *annuum*. Os acessos 5, 31, 32, 33, 34, 47, 48, 53, 54 e 58 foram os de menor comprimento, sendo todos *C. chinense*, exceto o acesso 53, que pertence à *C. annuum* var. *glabriusculum*. O tamanho do fruto está intimamente ligado à evolução do gênero. Pickersgill (1997) relata que *C. annuum* var. *annuum*, além de ser domesticada, é a mais cultivada e mais selecionada pelo homem, justificando, portanto, maiores valores para comprimento de fruto.

Tabela 6. Médias¹ aritméticas de 56 acessos de *Capsicum* spp. para 11 descritores quantitativos estudados, agrupadas pelo teste de médias de Scott-Knott.

Acesso	CF ^{2/}	DF	NSF	AP	DC	PMS	DPF	DPFR	NFP	PFP	PMF
2	4,47 g	1,56 i	100 e	68,33 b	55,33 b	5,48 b	44 d	131 c	73 e	204,28 d	2,83 g
4	2,55 i	3,15 f	68 f	82,67 b	74,00 b	3,93 c	61 c	138 c	113 e	756,39 c	5,88 f
5	1,89 j	1,33 i	33 h	111,00 a	93,00 a	4,05 c	52 c	156 b	449 c	509,03 c	0,98 g
6	6,72 e	2,90 f	52 g	82,00 b	91,00 a	4,73 b	52 c	125 c	207 d	1343,26 a	6,30 f
7	10,96 b	5,33 a	167 b	96,33 a	56,67 b	5,49 b	49 d	134 c	12 e	685,76 c	56,29 a
8	9,52 c	5,58 a	210 a	94,33 a	42,67 b	4,87 b	44 d	130 c	7 e	391,09 d	58,98 a
9	8,85 c	5,10 b	214 a	80,33 b	51,00 b	5,30 b	54 c	150 b	10 e	437,30 d	43,60 b
10	2,69 i	1,58 i	65 f	32,33 c	45,00 b	4,41 c	33 e	117 c	116 e	238,32 d	2,03 g
11	3,86 h	4,04 d	63 f	105,33 a	72,67 b	4,76 b	60 c	141 c	89 e	797,73 c	8,97 f
12	3,22 h	1,19 j	44 g	80,33 b	97,00 a	3,43 c	55 c	137 c	585 c	620,04 c	1,04 g
13	10,63 b	2,90 f	173 b	113,67 a	85,33 a	5,37 b	41 d	124 c	45 e	818,45 c	18,12 e
14	5,92 f	1,59 i	40 g	80,67 b	111,33 a	4,51 b	59 c	138 c	372 d	1119,12 b	3,11 g
15	7,19 e	1,96 h	63 f	101,67 a	118,00 a	4,93 b	60 c	138 c	312 d	1243,81 b	4,34 g
16	3,01 i	1,45 i	28 h	102,33 a	91,33 a	3,62 c	70 b	151 b	262 d	115,58 d	0,45 g
17	3,33 h	2,26 h	42 g	93,33 a	127,33 a	4,82 b	59 c	138 c	472 c	1564,39 a	3,44 g
18	3,59 h	4,02 d	68 f	110,67 a	85,33 a	4,70 b	64 c	141 c	78 e	662,29 c	8,42 f
19	7,19 e	2,03 h	69 f	85,67 a	99,33 a	5,56 b	51 c	138 c	132 e	820,95 c	6,01 f
20	3,66 h	4,11 d	78 f	114,67 a	122,00 a	5,28 b	54 c	134 c	184 e	1711,37 a	9,03 f
21	2,38 i	2,67 g	45 g	103,67 a	116,33 a	4,70 b	59 c	131 c	371 d	1269,48 b	3,34 g

22	5,07 g	4,23 d	73 f	51,67 c	76,67 b	4,84 b	47 d	139 c	53 e	703,48 c	11,92 e
23	5,14 g	4,13 d	75 f	74,33 b	95,33 a	4,80 b	43 d	119 c	74 e	1031,88 b	13,26 e
24	4,71 g	1,38 i	39 g	112,67 a	155,33 a	4,34 c	58 c	145 b	731 b	1739,25 a	2,07 g
25	8,39 d	2,05 h	66 f	109,00 a	112,33 a	4,98 b	58 c	139 c	140 e	998,30 b	7,02 f
26	4,35 g	2,16 h	49 g	94,00 a	108,00 a	4,81 b	53 c	136 c	265 d	995,80 b	3,85 g
27	7,78 d	3,13 f	114 d	66,33 b	59,33 b	6,49 a	33 e	125 c	34 e	720,46 c	21,48 d
28	9,71 c	1,19 j	66 f	94,33 a	82,33 a	5,24 b	37 e	122 c	181 e	464,33 c	2,53 g
29	2,43 i	2,40 g	49 g	61,33 b	116,00 a	3,85 c	61 c	150 b	167 e	578,80 c	3,31 g
30	7,63 d	3,05 f	55 g	95,67 a	97,67 a	4,14 c	62 c	135 c	161 e	1395,52 a	8,32 f
31	1,70 j	1,96 h	34 h	89,67 a	107,33 a	3,52 c	53 c	116 c	445 c	738,28 c	1,96 g
32	1,27 j	1,52 i	29 h	80,67 b	87,33 a	3,90 c	57 c	133 c	298 d	305,36 d	1,06 g
33	1,48 j	2,04 h	38 g	86,00 a	104,67 a	3,70 c	49 c	126 c	395 d	778,09 c	2,02 g
34	1,48 j	0,99 j	15 h	72,33 b	103,67 a	2,61 d	54 c	118 c	1400 a	576,97 c	0,45 g
35	7,18 e	2,21 h	107 e	100,00 a	103,67 a	5,08 b	51 c	133 c	124 e	793,09 c	6,21 f
36	2,97 i	0,78 k	28 h	93,67 a	97,00 a	3,62 c	56 c	133 c	829 b	412,15 d	0,50 g
37	3,67 h	2,29 h	48 g	109,67 a	107,00 a	4,38 c	48 c	128 c	159 e	816,75 c	4,87 g
38	2,54 i	1,29 i	43 g	39,00 c	45,67 b	3,44 c	39 e	123 c	141 e	183,05 d	1,19 g
39	2,90 i	0,97 j	39 g	101,67 a	86,00 a	3,77 c	68 b	151 b	341 d	373,52 d	1,02 g
41	16,55 a	4,59 c	204 a	77,33 b	51,33 b	4,71 b	49 d	147 b	11 e	494,97 c	48,28 b
42	8,85 c	3,07 f	140 c	69,33 b	65,00 b	6,77 a	33 e	115 c	40 e	904,94 b	23,00 d
43	16,41 a	2,65 g	148 c	70,33 b	47,00 b	5,72 a	37 e	120 c	25 e	606,40 c	25,54 c

44	11,56 b	3,15 f	174 b	72,00 b	59,33 b	6,26 a	42 d	139 c	26 e	540,16 c	21,77 d
45	9,16 c	3,61 e	148 c	67,33 b	57,67 b	6,58 a	42 d	124 c	30 e	863,60 b	29,73 c
46	9,12 c	3,54 e	164 b	75,67 b	62,67 b	5,98 a	37 e	127 c	23 e	660,40 c	27,42 c
47	1,66 j	1,10 j	20 h	72,33 b	88,00 a	2,55 d	71 b	156 b	540 c	383,81 d	0,70 g
48	1,78 j	2,00 h	49 g	103,00 a	92,33 a	3,32 c	63 c	135 c	176 e	330,67 d	1,98 g
49	6,95 e	2,02 h	43 g	74,00 b	94,33 a	3,46 c	50 c	134 c	123 e	933,44 b	7,20 f
50	2,46 i	2,40 g	45 g	70,00 b	107,00 a	3,85 c	72 b	167 b	125 e	473,15 c	3,65 g
52	2,54 i	1,55 i	66 f	32,33 c	41,00 b	3,88 c	37 e	118 c	84 e	135,68 d	1,59 g
53	1,56 j	0,86 k	30 h	24,00 c	35,33 b	2,55 d	35 e	110 c	219 d	116,45 d	0,52 g
54	1,30 j	1,48 i	39 g	90,00 a	98,67 a	3,69 c	54 c	133 c	346 d	356,34 d	1,05 g
55	6,97 e	1,69 i	73 f	64,00 b	60,33 b	3,29 c	39 e	126 c	73 e	520,78 c	7,98 f
56	3,27 h	5,06 b	104 e	78,67 b	91,00 a	5,04 b	62 c	145 b	58 e	512,01 c	8,64 f
57	2,39 i	1,62 i	49 g	107,00 a	98,67 a	3,58 c	61 c	184 a	142 e	223,34 d	1,65 g
58	1,16 j	1,44 i	46 g	115,00 a	100,67 a	3,55 c	63 c	150 b	212 d	206,40 d	0,96 g
59	2,47 i	0,62 k	20 h	90,67 a	70,67 b	2,93 d	84 a	176 a	233 d	83,73 d	0,35 g
60	3,05 i	0,90 k	22 h	47,33 c	44,67 b	3,44 c	79 a	197 a	84 e	61,21 d	0,68 g

^{1/} Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, pertencem a um mesmo grupo (Scott-Knott).

^{2/} CF= comprimento do fruto; DF= diâmetro do fruto; NSF= número de sementes por fruto; NFP= número de frutos por planta; PFP= peso de frutos por planta; PMF= peso médio do fruto; PMS= peso de mil sementes; AP= altura da planta; DC= diâmetro da copa; DPF= dias para floração e DPFR= dias para frutificação.

Segundo Macleod et al. (1983) citado por Bianchetti (1996), genótipos de *C. annuum* var. *glabriusculum* podem ser silvestres e/ou semidomesticados e de *C. chinense* podem ser desde silvestres a domesticados. Porém como o Brasil é considerado centro de diversidade de *C. chinense* (Pickersgill, 1997), é provável que a maioria dos acessos estudados sejam silvestres, logo, menos selecionados pelo homem, implicando menores comprimentos de fruto.

Diâmetro de fruto foi a característica que apresentou maior número de grupos formados, sendo 11 ao todo. O grupo **a**, formado pelos acessos 7 e 8, apresentou os maiores diâmetros (5,33 e 5,58 cm), ambos são cultivares melhoradas de pimentão (*C. annuum* var. *annuum*) e o grupo **k**, de menor diâmetro, formado pelos acessos 36, 59 e 60 (*C. frutescens*) e 53 (*C. annuum* var. *glabriusculum*), com diâmetros entre 0,62 e 0,90 cm. As pimentas chamadas “malaguetas” (*C. frutescens*) caracterizam-se por serem alongadas e finas, sendo bem distintas visualmente. Já o acesso 53, apesar de apresentar o diâmetro muito pequeno, também apresentou um dos menores comprimentos, confirmando a forma descrita anteriormente como oval.

Número de sementes por fruto variou de 15 a 214 sementes por fruto, resultando na formação de oito grupos distintos, sendo o grupo **a** formado pelos acessos 8, 9 e 41, todos da espécie *C. annuum*. O grupo **h** apresentou os menores valores para número de sementes por fruto, sendo formado por acessos das espécies *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. annuum* var. *glabriusculum* (5, 16, 31, 32, 34, 36, 47, 53, 59 e 60), todos com comprimento e diâmetro pequenos, indicando uma correlação entre tamanho de fruto e número de sementes, o que foi confirmado pela correlação genotípica entre número de sementes por fruto e comprimento de fruto (0,8121) e entre número de sementes por fruto e diâmetro do fruto (0,7479).

Os valores para a característica altura da planta variaram entre 24 e 115 cm. Apesar de ser uma diferença considerável, houve apenas a formação de três grupos, devido à média entre acessos não apresentar diferenças abruptas. O acesso 58 (*C. chinense*), proveniente da Amazônia, apresentou a maior altura (115 cm) e o acesso 53 (*C. annuum* var. *glabriusculum*), a menor altura (24 cm).

O descritor diâmetro da copa formou o menor número de grupos, apenas dois, variando de 35,33 a 155,33 cm. O acesso 53 (*C. annuum* var. *glabriusculum*) apresentou o menor diâmetro (35,33 cm) e também a menor altura (24 cm). Por

apresentar um colorido exuberante (flores roxas, frutos variando entre roxo, verde, marrom, vermelho e vermelho-escuro) e porte pequeno, o acesso se assemelha a um “bonsai”, e é comercializado como pimenta ornamental. O acesso 24 (*C. baccatum*) apresentou o maior diâmetro (155,33 cm). Segundo Filgueira (2000), o espaçamento recomendado para o cultivo de pimentão e pimenta é, em média, 0,5 x 1,0 m, ou seja, 0,5 m² por planta. Esse valor é o ideal para uma planta com 80 cm de diâmetro de copa. Com base no cálculo de área necessária para uma planta de 80 cm de diâmetro de copa, poderiam ser cultivadas quatro plantas do acesso 53 e para o acesso 24 seriam necessárias três áreas de 0,5 m², para comportar a sua copa adequadamente. Portanto, a recomendação do espaçamento para cada acesso, principalmente os de pimenta, deve ser feita com base em vários fatores (produtividade, manuseio da cultura, dentre outros), sendo um deles o diâmetro da copa.

Para peso de mil sementes foram formados 4 grupos, o grupo **a**, de maior peso, variou de 5,72 a 6,77g e o grupo **d**, de menor peso, variou de 2,55 a 2,93 g. O grupo **a** foi composto pelos acessos 27, 42, 43, 44, 45 e 46, todos pertencentes à espécie *C. annuum* var. *annuum*, e o grupo **d** pelos acessos 34, 47, 53 e 59 (*C. chinense*, *C. frutescens* e *C. annuum* var. *glabriusculum*).

O descritor dias para floração formou cinco grupos variando de 33 a 84 dias para floração, sendo o grupo mais tardio formado pelos acessos 59 e 60, ambos de *C. frutescens* e o mais precoce pelos acessos 10, 27, 28, 38, 42, 43, 46, 52, 53 e 55, todos da espécie *C. annuum*, exceto os acessos 38 e 53 que pertencem à *C. annuum* var. *glabriusculum*.

O número de dias para frutificação apresentou três grupos de médias distintos. O grupo **a** variou de 176 a 197 dias para frutificação e foi composto por apenas três acessos: 57 (*C. chinense*), 59 e 60 (*C. frutescens*). O grupo **b** variou de 145 a 167 dias, sendo formado por 11 médias (acessos) e o grupo **c** variou de 110 a 141 dias, apresentando 42 acessos, sendo o mais precoce o acesso 53 (*C. annuum* var. *glabriusculum*) com 110 dias para frutificação e o mais tardio, o acesso 60 (*C. frutescens*). Para complementar a discussão, foi subtraído o número de dias para floração do número de dias para frutificação (DPFR – DPF), possibilitando estimar uma variação de 71 a 123 dias, ou seja, quase dois meses de diferença, desde a antese até a maturação do fruto (ponto de colheita), mostrando que o período para desenvolvimento do fruto foi em torno de três

meses. Houve variabilidade entre os acessos da mesma espécie, mas com este dado, é possível planejar melhor um experimento no qual seja conduzida uma avaliação mais detalhada sobre as características dos frutos (teor de capsaicina, vitamina C, resistência à doenças, dentre outros).

A característica número de frutos por planta formou cinco grupos variando de 7 a 1400 frutos por planta. Os acessos que mais produziram frutos foram: 34 (*C. chinense*), com média de 1400 frutos por planta; 36 (*C. frutescens*), com média de 829 frutos por planta e 24 (*C. frutescens*), com média de 731 frutos por planta. Esses acessos apresentaram frutos com baixo peso médio. Os acessos 7, 8, 9 e 41, todos pertencentes à espécie *C. annuum*, foram os que apresentaram os menores números de frutos, variando de 7 a 12 frutos por planta.

Para a característica peso de frutos por planta houve a formação de quatro grupos. O grupo com maior peso variou entre 1343,26 e 1739,25 g por planta, sendo composto pelos acessos 6, 17, 20, 24 e 30 (*C. chinense* e *C. baccatum*). O acesso 24, apesar do baixo peso médio de fruto (2,07 g), produziu, em média, 731 frutos, justificando o maior peso de frutos por planta. O grupo com as menores médias para peso foi composto por 18 acessos e apresentou uma variação entre 61,21 e 437,30 g. O acesso 60 (*C. frutescens*) apresentou o menor peso de frutos por planta (61,21 g). Este valor está associado ao baixo peso médio do fruto (0,68 g) e, como o número de frutos foi baixo para essa espécie (84), provavelmente o fator mais importante tenha sido o número de dias para frutificação ter sido o maior (197 dias), deste modo, como a espécie *C. frutescens* geralmente é de ciclo perene, quando terminou o período de colheitas, este acesso não estava no auge da produção.

Para peso médio de fruto, formaram-se sete grupos, sendo o menor peso de 0,35 g e o maior, de 58,98 g. Os acessos 7 e 8 apresentaram os maiores pesos médios, ambos pertencentes à espécie *C. annuum*, o que já era esperado por ser a espécie mais melhorada, visando ao aumento do tamanho e, conseqüentemente, do peso médio do fruto. Os acessos de *C. chinense* (5, 34, 47, 58), *C. annuum* var. *glabriusculum* (53) e todos os de *C. frutescens* (36, 59, 60) caracterizados apresentaram-se extremamente leves, com pesos inferiores a 1 grama.

Como pimenta, apesar do baixo peso médio do fruto, *C. frutescens* (“malaguetas”) é a espécie mais comercializada no Brasil.

4.2.2. Correlações canônicas

A análise de variância revelou significância para todas as características estudadas. A partir da matriz de correlação genotípica, fez-se o teste de multicolinearidade, não sendo observada colinearidade alta nos dados. As variáveis foram separadas em dois grupos, sendo que o grupo I conteve as variáveis secundárias de produção (comprimento do fruto - CF; diâmetro do fruto - DF; altura da planta - AP e diâmetro da copa - DC); e o grupo II, as variáveis primárias de produção (número de sementes por fruto - NSF; peso de 1000 sementes - PMS; número de frutos por planta - NFP; peso de frutos por planta - PFP e peso médio do fruto - PMF). Formados os grupos, obtiveram-se as correlações canônicas. Essas correlações foram altamente significativas para os três primeiros pares canônicos e apenas o quarto não apresentou significância. Devido ao terceiro par apresentar uma correlação relativamente baixa (0,3641**), foram considerados pertinentes para discussão os valores dos dois primeiros pares, cujas correlações foram acima de 90% (Tabela 7).

Com base na Tabela 7, constatou-se que os grupos não são independentes. Por essa análise, considerando-se o primeiro par canônico, pode-se inferir que frutos maiores em diâmetro e comprimento, oriundos de plantas altas e com menores diâmetros de copa tendem a apresentar maior peso e menor número de frutos por planta, maior peso médio além de maiores números de sementes por fruto e peso de sementes. Como o pimentão é comercializado em caixas tipo “K”, quanto maiores os frutos e mais pesados, maior a lucratividade do produtor.

Quanto ao segundo par canônico, pode-se inferir que plantas com maior diâmetro de copa e porte baixo produzem maior número e peso de frutos, mas com menor peso médio, maior número de sementes por fruto e com menor peso de sementes. Estes resultados, aliados a outras características, podem servir como base para indicação de alguns acessos para plantio, quando se observam os aspectos de produção de frutos e altura de plantas. Dependendo do diâmetro da copa, pode-se manejar melhor a cultura no que diz respeito a espaçamento, aumentando o número de plantas por área. Plantas baixas determinam maior peso de frutos por planta, o que favorece ao produtor, pois implica menor gasto com tutoramento. Frutos com peso médio baixo, geralmente, são pungentes,

sendo utilizados como pimenta. Como os princípios ativos que conferem pungência, os capsaicinóides, são produzidos na placenta, todo o fruto (pericarpo, placenta e semente) é utilizado pelo consumidor, não importando se o peso médio é baixo, mas sim a pungência dos frutos.

Tabela 7. Correlações e pares canônicos estimados entre componentes secundários (Grupo I) e primários (Grupo II) da produção de *Capsicum* spp.

Pares canônicos				
Coefficientes das variáveis¹ do grupo I				
	1^a VC	2^a VC	3^a VC	4^a VC
CF	0,4230	0,4877	1,0247	-0,2931
DF	0,5431	0,3362	-0,9956	-0,1338
AP	0,1301	-0,3479	0,1376	1,3215
DC	-0,3430	1,2648	-0,0048	-0,6879
Coefficientes das variáveis² do grupo II				
NSF	0,3014	0,7233	0,5196	0,1112
PMS	0,0188	-0,4052	0,3217	-0,0949
NFP	-0,2476	0,1011	0,3540	0,0587
PFP	0,0723	1,0542	-0,1588	0,0162
PMF	0,5121	-0,4397	-0,5003	0,0023
r	0,9694**	0,9198**	0,3641**	0,0846 ^{ns}

¹ CF = comprimento do fruto; DF = diâmetro do fruto; AP = Altura da planta e DC = diâmetro da copa.

² NSF = número de sementes por fruto; PMS = peso de mil sementes; NFP = número de frutos por planta e PFP = peso de frutos por planta.

**Significativo pelo teste do Qui-quadrado em 1% de probabilidade.

^{ns}= não-significativo pelo teste do Qui-quadrado em 5% de probabilidade.

4.3. Análise multivariada

A quantificação da divergência genética com base em descritores morfológicos é mais uma ferramenta para auxiliar em programas de melhoramento, pois além de se determinar quão distantes os acessos são um do

outro, é possível ter conhecimento prévio sobre o material a ser trabalhado, com base na caracterização morfoagronômica.

Foram utilizados métodos de agrupamento e variáveis canônicas para quantificar a divergência entre acessos. Por serem métodos subjetivos, quanto mais concordantes os métodos, mais consistentes são os resultados.

4.3.1. Métodos de agrupamento

4.3.1.1. Método hierárquico do vizinho mais próximo

O método hierárquico do vizinho mais próximo permite uma visualização geral dos grupos por meio de um diagrama de árvores ou dendrograma. A maior distância, 266,42, foi considerada como 100 % de distância. No eixo X foram representadas as porcentagens das distâncias entre os acessos e no eixo Y foram representados os 56 acessos (Figura 20). Conforme a ocorrência de mudanças abruptas, associadas ao conhecimento prévio dos acessos, houve a formação de grupos no dendrograma. Este agrupamento é considerado subjetivo (Cruz e Regazzi, 2001). Daí a importância de aplicar-se mais de um método de agrupamento, visando à maior segurança dos resultados apresentados.

O corte próximo a 30% de distância resultou na formação de sete grupos, que foram: grupo I (acesso 41); grupo II (acesso 43); grupo III (acessos 7, 9 e 8); grupo IV (acessos 44, 13, 42, 27, 46 e 45); grupo V (acesso 56); grupo VI (acesso 28) e o grupo VII (02, 53, 38, 52, 10, 23, 22, 34, 55, 49, 24, 35, 19, 14, 25, 15, 30, 06, 20, 18, 11, 04, 60, 50, 29, 47, 16, 59, 39, 36, 12, 17, 37, 26, 21, 57, 48, 58, 05, 54, 32, 33 e 31), os acessos estão ordenados pelo critério dos mais distantes para os menos distantes, facilitando a visualização no dendrograma e também pelo grupo VII conter o maior número de acessos.

Devido ao fato de que as características que mais contribuíram para a divergência genética foram comprimento do fruto (32%), diâmetro do fruto (32%), número de sementes por fruto (13%) e peso médio por fruto (12%), totalizando 89%, a discussão da formação dos grupos teve como base essas quatro características.

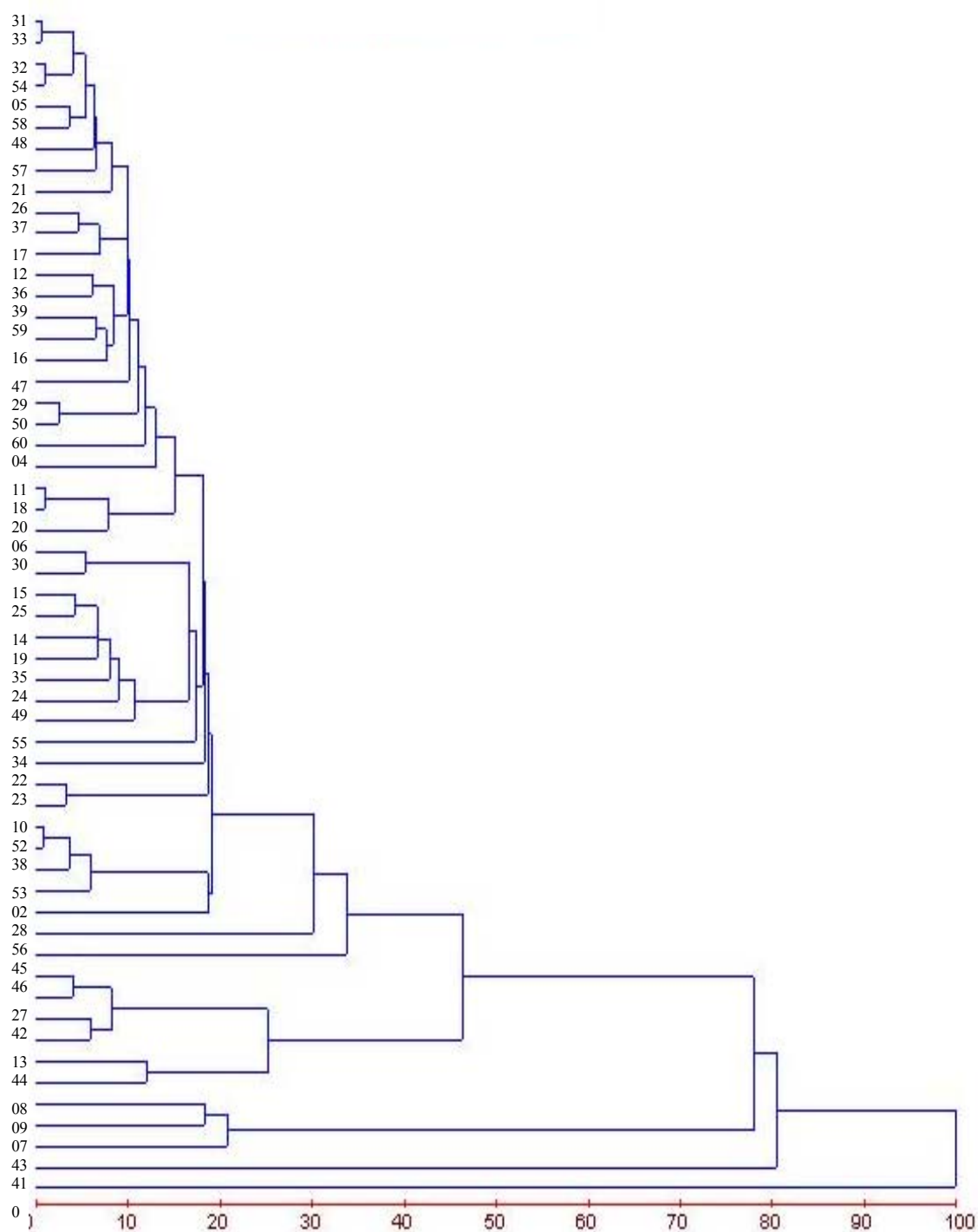


Figura 20. Dendrograma de dissimilaridades genéticas entre 56 acessos de *Capsicum* spp, obtido pelo método do vizinho mais próximo, com base em 11 características avaliadas, utilizando-se a distância generalizada de Mahalanobis.

O grupo I, formado pelo acesso 41, caracteriza-se por ser da espécie *C. annuum* var. *annuum*, apresentando a maior média para comprimento de frutos (16,55 cm) e altos valores para diâmetro de fruto (4,59 cm) (Figura 21), número de sementes por fruto (204 sementes) e peso médio do fruto (48,28 g).

O grupo II, formado apenas pelo acesso 43, apresentou a segunda maior média para comprimento do fruto (16,41 cm), recebendo a mesma letra do acesso 41 pelo teste de médias Scott Knott. Porém, para a característica diâmetro de fruto, apresentou valor médio (2,65 cm) inferior ao acesso 41, com uma diferença de quase 100% (altamente significativa). A média para número de sementes por fruto foi de 148 sementes e peso médio do fruto de 25,54 g, justificando, assim, a formação de um grupo distinto do acesso 41. Na caracterização qualitativa apenas o número de lóculos foi diferente, sendo verificado três lóculos para o acesso 41 e dois lóculos para o acesso 43.

O grupo III, composto pelos acessos 07 (pimentão 'Apolo'), 09 (pimentão 'Ikeda') e 08 (pimentão 'Hércules'), todos cultivares comerciais de *C. annuum* var. *annuum*. O comprimento médio do fruto variou de 8,85 a 10,96 cm, e o diâmetro médio do fruto entre 5,10 a 5,58 cm, sendo os três maiores diâmetros dos 56 acessos caracterizados. Para número de sementes por fruto, os acessos 08 e 09 apresentaram, respectivamente, 210 e 214 sementes, sendo estes os maiores valores, e o acesso 07 apresentou 167 sementes, ficando no segundo grupo pelo teste de médias Scott Knott, o qual formou oito grupos. Os acessos 07 e 08 apresentaram os maiores pesos médios por fruto (56,29 e 58,98 g), e o acesso 09 (Figura 21) apresentou peso médio do fruto de 43,6 g, sendo o quarto maior peso em relação aos 56 acessos.

O grupo IV apresentou um acesso de *C. baccatum* var. *pendulum* (domesticado), que foi o acesso 13, com média de comprimento de fruto igual a 10,63 cm e diâmetro de 2,90 cm, apresentou uma média de 173 sementes por fruto e um peso médio de 18,12 g. Dentre as pimentas conhecidas vulgarmente como "dedo-de-moça", foi a que apresentou o maior tamanho e peso médio de

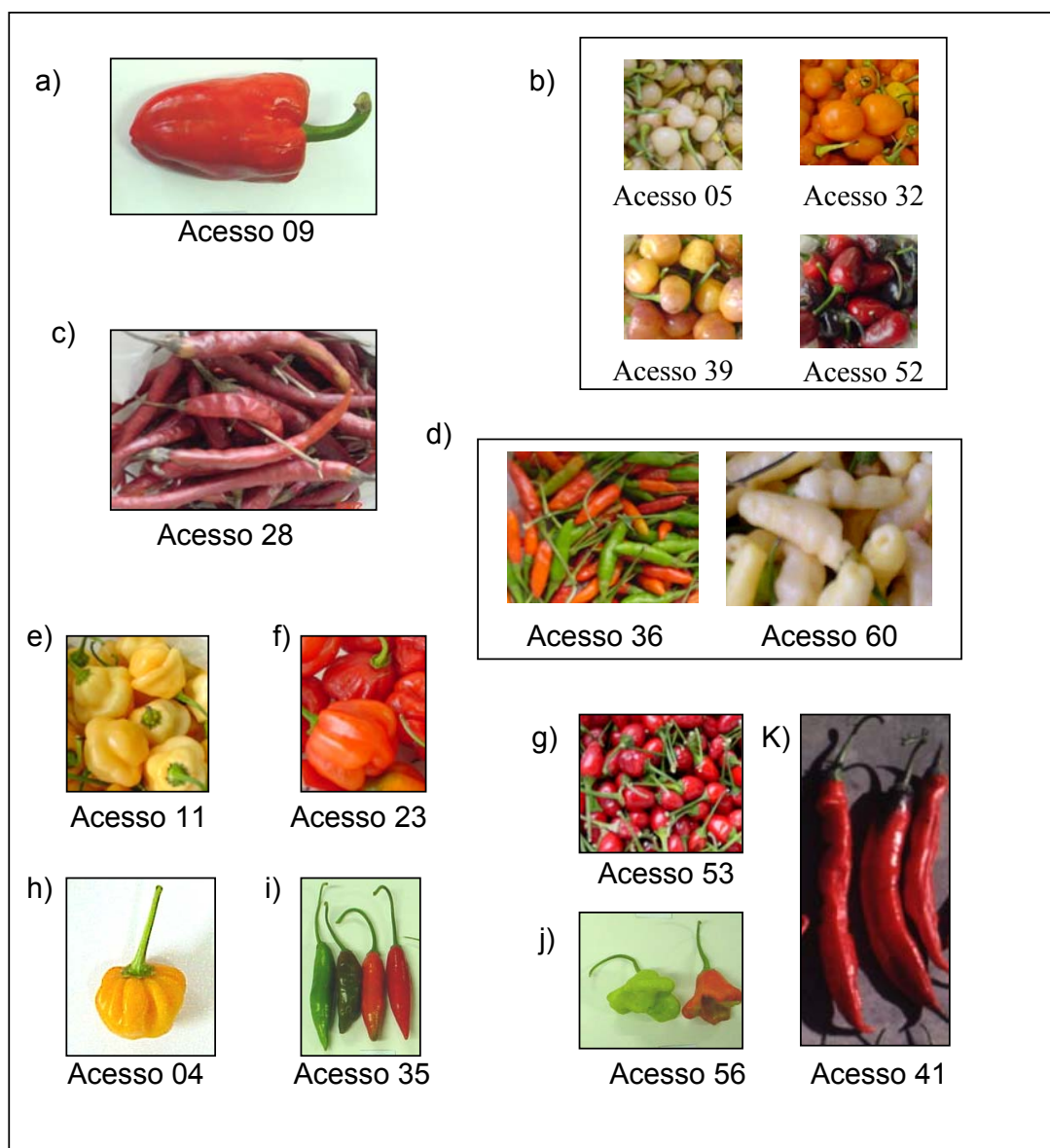


Figura 21. Variabilidade de cores, formatos e tipos de frutos de *Capsicum* spp. a) pimentão comercial (*C. annuum* var. *annuum*), vermelho e formato triangular; b) pimentas “de cheiro” ou “bode” (*C. chinense*), várias cores, formatos redondos (acessos 05 e 32) e quadrados (39 e 52); c) pimenta (*C. annuum* var. *annuum*) com formato alongado e de cor vermelho-escuro; d) *C. frutescens*, sendo o acesso 36 do tipo “malagueta” e o acesso 60 do tipo “tabasco”, ambos com formato alongado, porém de cores distintas; e) *C. chinense* (tipo não identificado), de cor laranja-pálida e formato campanulado; f) pimenta “saco-de-bode” (*C. chinense*), vermelha e formato campanulado; g) pimenta “olhos-de-passarinho” (*C. annuum* var. *glabrusculum*), formato oval e cor vermelho-escuro; h) pimenta laranja, com formato pitanga (*C. baccatum* var. *pendulum*); i) pimenta “dedo-de-moça” (*C. baccatum* var. *pendulum*), de cor vermelha e formato alongado; j) pimenta “chapéu-de-frade” (*C. baccatum* var. *baccatum*), vermelha e formato “sino”; e k) pimenta “jalapeño” (*C. annuum* var. *annuum*).

fruto. Na caracterização qualitativa, pode-se observar que esse acesso apresentou em torno de quatro lóculos por fruto, possuindo a presença de pescoço, e apenas 15% dos acessos apresentaram tal característica. Foi observado, empiricamente, que este acesso apresentou o maior diâmetro de flor dentre todos os acessos (aproximadamente 2 cm de diâmetro), apesar de não ser considerado um descritor essencial para o IPGRI (1995), seria interessante avaliar a importância relativa desse descritor para a divergência genética, pois apresentou grande diversidade entre os acessos.

Os demais acessos do grupo IV pertencem à mesma espécie e variedade, *C. annuum* var. *annuum* (44, 42, 27, 46 e 45). O acesso 27 é uma pimenta proveniente do México, os outros apresentam pouca ou nenhuma pungência, sendo, portanto, pimentões. O comprimento médio do fruto do acesso 27 foi o menor do grupo (7,78 cm) e dos outros acessos variou entre 8,85 e 11,56 cm. Quanto ao diâmetro, variou entre 3,07 e 3,61 cm, sendo frutos médios, apresentaram altos valores para número de sementes por fruto, variando de 114 a 174 sementes.

O grupo V, formado apenas pelo acesso 56, foi o único que apresentou o formato “sino” (nota 8), demonstrando, assim, uma correta decisão em acrescentar mais este formato aos sugeridos pelo IPGRI (1995). Apresentou um baixo comprimento de fruto, com média de 3,27 cm, um dos maiores diâmetros de fruto (5,06 cm), 104 sementes por fruto e peso médio por fruto de 8,64 g. Os descritores qualitativos analisados foram suficientes para identificar a espécie e a variedade botânica deste acesso, pertencendo à variedade *Capsicum baccatum* var. *baccatum* (silvestre). Apenas mais um acesso na coleção (acesso 20) foi identificado como pertencente à mesma variedade, porém apresentou o formato pitanga.

O grupo VI, também formado apenas por um acesso (28) *C.annuum* var. *annuum*, apresentou um fruto muito comprido (9,71 cm) e com pequeno diâmetro (1,19 cm), similar a um fruto de “malagueta”, porém três vezes maior. Apresentou 55 sementes por fruto e peso médio, por fruto, de 8,32 g. Na análise qualitativa, observa-se que é um fruto rugoso, apenas 18% apresentaram esta característica, com dois lóculos por fruto, presença de pescoço no fruto e a cor do fruto maduro foi vermelho-escura.

O grupo VII apresentou o maior número de acessos, totalizando 43 acessos (02, 53, 38, 52, 10, 23, 22, 34, 55, 49, 24, 35, 19, 14, 25, 15, 30, 06, 20, 18, 11, 04, 60, 50, 29, 47, 16, 59, 39, 36, 12, 17, 37, 26, 21, 57, 48, 58, 05, 54, 32, 33 e 31). Este grupo caracterizou-se por apresentar a maioria dos acessos com frutos com comprimentos inferiores a 7,63 cm, ou seja, frutos menores. Todos os acessos de *C. frutescens* (“malaguetas” e “tabasco”), *C. chinense* (as “pimentas de cheiro” e “de bode”) e *C. annuum* var. *glabriusculum* (“olhos-de-passarinho”) encontraram-se neste grupo. No dendrograma apresentado na Figura 18, pode-se observar que o grupo VII é subdividido em dois grandes grupos, o VIIa pelos acessos 02, 53, 38, 52, 10, 23, 22, 34, 55, 49, 24, 35, 19, 14, 25, 15, 30 e 06 e o VIIb pelos acessos 20, 18, 11, 04, 60, 50, 29, 47, 16, 59, 39, 36, 12, 17, 37, 26, 21, 57, 48, 58, 05, 54, 32, 33 e 31.

No grupo VIIa, encontram-se os acessos restantes de *C. annuum* var. *annuum*, todos pungentes, sendo os acessos 02 e 55 pimentas utilizadas mais para fins culinários e os acessos 52 e 10, pimentas ornamentais, adquiridas em floriculturas, uma em Aracaju, SE e a outra em Campos dos Goytacazes, RJ, muito semelhantes, sendo difícil distingui-las fenotipicamente. Próximos a estes, pode-se observar que os dois acessos de *C. annuum* var. *glabriusculum* também ficaram juntos no dendrograma, demonstrando grande similaridade. Os acessos de *C. chinense* estão em ambos os subgrupos, porém é possível observar que os dois acessos referentes às pimentas “saco-de-bode” (acessos 22 e 23) ficaram lado a lado no dendrograma.

No grupo VIIb, pode-se observar todos os acessos de *C. frutescens*. O acesso 60, conhecido como “tabasco”, por apresentar formato ligeiramente diferente, similar a um cilindro, ficou um pouco afastado dos demais, apresentando comprimento de fruto de 3,05 cm, diâmetro de 0,91 cm, número de sementes igual a 22 sementes e peso médio do fruto de 0,68 g. Interessante que, apesar de não estar incluído na análise multivariada, o descritor cor do fruto no estágio maduro foi distinto para o acesso 60, que apresentou a cor amarelo-laranja pálido (nota 3) enquanto os demais acessos foram próximos da cor vermelha. Os acessos 16, 59, 39, 36 e 12, conhecidos vulgarmente como “malaguetas”, apresentaram-se no dendrograma um ao lado do outro, demonstrando grande similaridade. As “malaguetas” apresentaram comprimento de fruto variando entre 2,47 e 3,22 cm, e o acesso 59 apresentou o menor

diâmetro dentre os 56 acessos analisados (0,62 cm), e o acesso 16, o maior entre os acessos de *C. frutescens* (1,44 cm). O número de sementes por fruto variou entre 20 e 44 sementes e o peso médio do fruto apresentou o menor valor para o acesso 59 (0,35 g) e o maior para o acesso 12 (1,04 g). Portanto, são frutos alongados, pequenos e muito leves, porém produzem muitos frutos por planta, sendo o acesso 12 o que mais produziu entre as “malaguetas” (620 frutos), porém possuem potencial para produzirem muito mais, pois são perenes e tardias, não permitindo, assim, uma avaliação definitiva quanto à produção. Os acessos 18 e 11 são muito semelhantes entre si fenotipicamente, a ponto de ficarem juntos (acessos 57, 48, 58, 05, 54, 32, 33 e 34), demonstrando a similaridade entre os acessos. Também apresentou alguns acessos de *C. baccatum*, inclusive o acesso 20, que pertence à variedade *baccatum*. Este apresentou o formato “pitanga”, também não descrito pelo IPGRI (1995). Os acessos da variedade *pendulum* foram: 04, 50, 29, 17, 26 e 21. Vale ressaltar que os acessos 50 e 29, um proveniente do Pará e outro do Rio de Janeiro, praticamente não apresentaram diferenças fenotípicas e, como prova dessa similaridade, apresentaram distância genética entre eles muito pequena (2,57 %), ficando muito próximos no dendrograma.

Quanto à resistência, os grupos I, II, III, IV e V foram suscetíveis à mancha bacteriana. O grupo VI, que foi formado apenas pelo acesso 28, originário do México, foi resistente à mancha bacteriana, possuindo potencial para ser cruzado com acessos comerciais, pois pertence à espécie *Capsicum annum*, o que facilita a realização dos cruzamentos. As características desse acesso foram descritas acima, contudo, vale lembrar que seus frutos apresentam o mesmo formato das “malaguetas”, porém são maiores, produzindo, em média, 184 frutos por planta. Por ser um acesso pungente, gera a possibilidade de se obterem gerações segregantes que serão utilizadas tanto para o melhoramento de pimentão quanto de pimenta. Todos os acessos de *C. frutescens* (pimenta “malagueta” e “tabasco”) avaliados foram altamente suscetíveis à mancha bacteriana, apesar de Kurozawa e Pavan (1997) citarem a não importância dessa bactéria para pimentas.

O grupo VII, formado por 43 acessos, apresentou os acessos que se destacaram como os mais promissores em relação à resistência à mancha bacteriana (acessos 02, 17, 21, 23, 37, 50 e 55), sendo os acessos 02 e 55 *C.*

annuum, porém pungentes. Os acessos 17, 21 e 50 são pertencentes à espécie *C. baccatum* var. *pendulum* e os acessos 23 e 37, de *C. chinense*, observando-se três espécies distintas e altamente resistentes. Esses sete acessos podem ser introduzidos em programas de melhoramento visando à resistência à mancha bacteriana tanto em pimentões quanto em pimentas, de acordo com as características agronômicas desejadas. O grupo VII caracterizou-se por apresentar frutos com comprimentos inferiores a 7,63 cm. Os acessos altamente resistentes de maior tamanho foram o 23 (pimenta “saco-de-bode”), com comprimento de 5,14 cm e largura de 4,13 cm e o acesso 55, com comprimento de 6,97 cm e diâmetro de 1,69 cm. Apesar de apresentar frutos bem alongados, pertencem à mesma espécie do pimentão (*C. annuum*) e possuem características muito parecidas relativas ao fruto de pimentão, quais sejam, pericarpo carnoso e firme, a cor verde-escura quando imaturo e vermelho-escura quando maduro e epiderme lisa como a do pimentão. Este acesso apresenta grande potencial para melhoramento visando à resistência à mancha bacteriana em pimentão. Os dois acessos de *C. annuum* var. *glabriusculum* se mostraram resistentes e, provavelmente, apresentam pouca ou nenhuma pungência, sendo, portanto, acessos com uso potencial no melhoramento de *C. annuum* visando à resistência à mancha bacteriana.

Por ser a heterose no gênero *Capsicum* positiva para a maioria das características estudadas (Braz et al., 1996; Costa, 2000; Costa et al., 2002; Riva, 2002) e a análise multivariada possibilitar a predição dessa heterose, alguns cruzamentos serão recomendados a seguir, porém as possibilidades são muitas, desde que se obedeça aos princípios de se cruzar em acessos mais distantes e melhores para as características desejadas.

Visando à maior produção de pimentão, podem ser recomendados os cruzamentos entre os acessos do grupo III (pimentões comerciais) com o acesso 43 (grupo II), distantes, não pungentes, grandes e com a coloração para fruto imaturo muito próxima, pois os pimentões são comercializados em grande parte na cor verde (frutos imaturos). Outra opção seria cruzar os acessos do grupo III (07, 08 e 09) com o grupo I (acesso 41), já que este apresentou o dobro do diâmetro do acesso 43 e três lóculos por fruto, portanto, apresentou fenótipo mais próximo do pimentão comercial (cônico), porém com o dobro de comprimento.

Contudo, o acesso 41, em relação ao acesso 43, apresentou menor número de frutos por planta e menor peso de frutos por planta.

Para uma maior produção e resistência à mancha bacteriana em pimenta “malagueta”, pode-se recomendar o cruzamento entre os acessos 16, 59, 39, 36 e 12 (“malaguetas”), pertencentes ao grupo VII, com o acesso 28 (grupo VI), que possui o formato muito parecido, porém três vezes maior, pungente e que produziu, em média, 181 frutos por planta.

Com o objetivo de se conseguir uma maior produção aliada à resistência à mancha bacteriana em pimentão (*C. annuum* var. *annuum*), pode-se sugerir o cruzamento entre os acessos do grupo III (07, 08 e 09) com os acessos 02 e 55, ambos *C. annuum* var. *annuum*, porém pungentes, apresentando o acesso 02 um maior número de frutos por planta (113 frutos), porém com menor peso médio (5,58 g), já o acesso 55, menor número de frutos (73 frutos), porém com maior peso médio (7,98 g).

Visando à produção de páprica, apesar de não terem sido feitas análises de teor de água em fruto e capsaicinóides, com base em outras características, como número de lóculos, cor do fruto maduro, pungência provável e peso médio, pode-se sugerir o cruzamento entre os acessos 43 e o 55. O acesso 43, pertencente à espécie *C. annuum* var. *annuum*, apresenta frutos grandes, de coloração vermelho-escura e com apenas dois lóculos, sendo esta característica importante para as indústrias, pois indica menor tempo de secagem. O acesso 55 é extremamente vermelho, o pericarpo é quase vinho, polpa espessa e firme, pungente e apresentou um peso médio de 7,98 g. Apesar de apresentar três lóculos na maioria dos frutos, foram observados alguns frutos com dois lóculos, podendo-se, portanto, selecionar, na população segregante, fenótipos com dois lóculos por fruto. Além dessas características, apresenta resistência à mancha bacteriana.

Para a obtenção de genótipos com alto potencial ornamental, pode-se sugerir o cruzamento entre os acessos de *C. annuum* var. *glabriusculum* (38 e 53), por apresentarem flores roxas, frutos com várias cores e porte baixo, com acessos ornamentais (10 e 52), que apresentam mais de seis cores de fruto durante a fase de maturação, possuem flores brancas e porte baixo. Outro cruzamento interessante seria o acesso 56, com formato sino, flores brancas com manchas amarelas, porém, porte alto para os padrões ornamentais (64 cm), com

o acesso 53, que possui flores roxas, frutos ovais e coloridos e altura média de 24 cm.

Teixeira (1996) estudou a diversidade genética entre 180 acessos de *Capsicum* spp, por meio de componentes principais, avaliando apenas um indivíduo sem repetição, utilizando 13 descritores morfoagronômicos em sua maioria quantitativos. A autora concluiu que tais descritores não traduziram uma real dissimilaridade fenotípica, sendo ineficientes para a distinção taxonômica, pois, pelo método Tocher, houve formação de grupos mistos, ou seja, espécies distintas no mesmo grupo.

Bianchetti (1996) estudou dez táxons do gênero *Capsicum* utilizando 15 caracteres morfoagronômicos por meio do coeficiente de Jaccard, e utilizou 31 variáveis binárias. Com esse método, o autor conseguiu agrupar os acessos de acordo com a classificação taxonômica. Este sucesso pode ser explicado, principalmente, por três fatores. O primeiro é que não trabalhou com espécies domesticadas, e sim, com silvestres e semidomesticadas. Segundo Teixeira (1996), tanto na caracterização morfoagronômica quanto molecular, as espécies silvestres mostraram-se menos dissimilares do que as cultivadas, sendo mais fácil a formação de grupos representados por apenas uma espécie. Em segundo, as características utilizadas foram todas qualitativas, pouco influenciadas pelo ambiente, gerando dados mais precisos, com menor erro experimental e, por último, essas características são relevantes para identificação dos táxons. No trabalho de Teixeira (1996), a autora utilizou características pouco relevantes para a classificação taxonômica, como por exemplo, comprimento e largura de folha.

No presente trabalho, demonstrou-se que é possível estudar a divergência genética com base em caracteres morfoagronômicos, pois os acessos ficaram bem dispersos, e os grupos formados apresentaram-se coerentes, pois em sua maioria representaram uma ou duas espécies botânicas ou até mesmo variedades botânicas. Foi possível agrupar os tipos diferentes conhecidos, como as pimentas dos tipos “malagueta”, “olhos-de-passarinho”, “de cheiro”, pimentões comerciais, entre outros. Como a permuta de genes entre essas espécies é de fácil obtenção, podendo até ocorrer naturalmente, para o melhorista a distinção entre tipos talvez seja mais interessante que a distinção dos táxons, propriamente dito.

4.3.1.2. Método de Otimização de Tocher

Pelo método de otimização de Tocher, foi possível agrupar os 56 acessos em sete grupos distintos, apresentados na tabela 8. Os grupos formados foram muito próximos dos grupos formados pelo método do vizinho mais próximo, sendo que os grupos I, II, III, IV, VI foram idênticos. O grupo V, pelo método do vizinho mais próximo, foi composto apenas pelo acesso 56, porém, pelo método de Tocher, além deste, foram acrescentados os acessos 11, 18, 20, 22 e 23 que pertenciam ao grupo VII pelo método do vizinho mais próximo.

É interessante observar que dois acessos de *C. baccatum* var. *baccatum* (20 e 56) ficaram no mesmo grupo, junto com quatro acessos de *C. chinense*, todos apresentando frutos com formato campanulado, que foram duas pimentas do tipo “saco-de-bode” (acessos 22 e 23) e dois acessos muito semelhantes, porém com o tipo não conhecido (acessos 11 e 18). O grupo VII foi formado por 38 acessos, sendo diferente do grupo VII, formado pelo método do vizinho mais próximo, por excluir os cinco acessos acrescentados no grupo V.

Tabela 8. Grupos de acessos formados pelo método de otimização de Tocher

Grupo	Acessos
I	41
II	43
III	7, 8 e 9
IV	13, 27, 42, 44, 45 e 46
V	11, 18, 20, 22, 23 e 56
VI	28
VII	2, 4, 5, 6, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 59 e 60

4.3.2. Projeção das distâncias no plano

A projeção das distâncias no plano foi feita para complementar o estudo de divergência.

Por este método, pode-se observar a formação de oito grupos bem distintos, apenas um a mais em relação aos métodos Tocher e vizinho mais próximo (Figura 22). Na Figura 22, estão representados apenas os grupos que foram circulados para facilitar a visualização. Os grupos formados por este método foram: grupo I (acesso 41); grupo II (acesso 43); grupo III (acessos 7, 8 e 9); grupo IV (acessos 13, 27, 42, 44, 45 e 46); grupo V (acesso 56); grupo VI (acesso 28); grupo VII (acessos 02, 04, 05, 06, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 59 e 60) e grupo VIII (acessos 11, 18, 20, 22 e 23). Por este método, houve a formação de mais um grupo, sendo quase idêntico ao método de Tocher, com a diferença que subdividiu o grupo V em dois grupos, o grupo V e VIII, demonstrando ser este método mais preciso.

4.3.3. Variáveis canônicas

Na Tabela 9, encontram-se as estimativas dos autovalores (λ_j) associados às variáveis canônicas (VC), de 11 características avaliadas em 56 acessos de *Capsicum* spp. Pode-se observar que as duas primeiras variáveis explicaram 83,72% da variação total. Segundo Cruz e Regazzi (2001), quando as duas primeiras variáveis canônicas explicam acima de 80% da variação total, sua utilização é satisfatória no estudo da divergência genética por meio de avaliação da dispersão gráfica dos escores em relação às variáveis canônicas (1ª VC e 2ª VC). Com base nesse conceito, fez-se a dispersão gráfica bidimensional dos dois primeiros escores (Tabela 10), que pode ser observada na Figura 23.

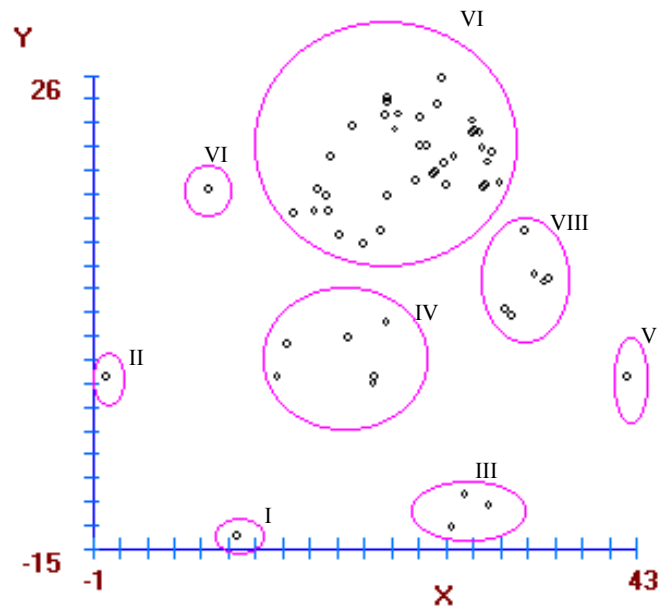


Figura 22. Gráfico da projeção das distâncias no plano com os grupos formados.

Tabela 9. Estimativas dos autovalores (λ_j) associados às variáveis canônicas (VC) de 11 características, avaliadas em 56 acessos de *Capsicum* spp.

VC	λ_j	λ_j (%)	Acumulado (%)
VC ₁	103,4955	54,3580	054,3580
VC ₂	055,8959	29,3577	083,7157
VC ₃	012,7210	06,6813	090,3970
VC ₄	006,7483	03,5443	093,9414
VC ₅	005,0932	02,6751	096,6165
VC ₆	002,2166	01,1642	097,7807
VC ₇	001,3675	00,7182	098,4989
VC ₈	001,3050	00,6854	099,1844
VC ₉	000,8107	00,4258	099,6101
VC ₁₀	000,4876	00,2561	099,8662
VC ₁₁	000,2547	00,1338	100,0000

Tabela 10. Escores das variáveis canônicas (VC1¹ e VC2²) dos 56 acessos de *Capsicum* spp.

Acesso	VC1	VC2	Acesso	VC1	VC2
02	12,5331	00,2245	31	06,6144	07,4180
04	12,9651	12,3720	32	05,3361	06,4132
05	04,7921	05,7683	33	06,8805	08,2799
06	14,8653	01,3624	34	02,8276	02,7341
07	38,9301	09,7142	35	16,2577	-02,6347
08	41,1425	14,7223	36	04,4144	-01,2664
09	36,9536	12,4321	37	10,3050	05,2547
10	09,7229	03,8442	38	07,5136	02,4640
11	16,8754	14,9999	39	05,2953	-00,1682
12	06,5261	00,0469	41	42,8955	-06,7896
13	26,4079	-05,2662	42	24,8858	-00,4562
14	09,5016	-04,1920	43	31,6582	-18,5929
15	12,5970	-04,7880	44	29,2648	-05,4173
16	07,3266	02,8627	45	27,8085	02,1427
17	08,5222	04,6864	46	28,4130	02,1547
18	16,6812	15,5251	47	03,6941	02,9190
19	14,3048	-03,6417	48	07,8181	08,0386
20	16,3925	14,6513	49	12,8411	-03,6514
21	09,2417	09,4697	50	09,6541	08,5024
22	20,2075	13,5170	52	09,4627	03,9784
23	19,6555	12,4911	53	04,8779	02,0142
24	06,6654	-03,2819	54	05,6143	06,1303
25	14,8891	-06,3403	55	14,4985	-04,7920
26	10,4632	02,7999	56	21,3874	22,0886
27	23,0634	02,4166	57	07,9824	05,1175
28	14,3697	-13,1918	58	05,6151	06,5517
29	09,8472	08,3974	59	03,0981	-01,1593
30	16,1430	00,1966	60	05,3646	-00,7867

¹ Variável canônica 1

² Variável canônica 2

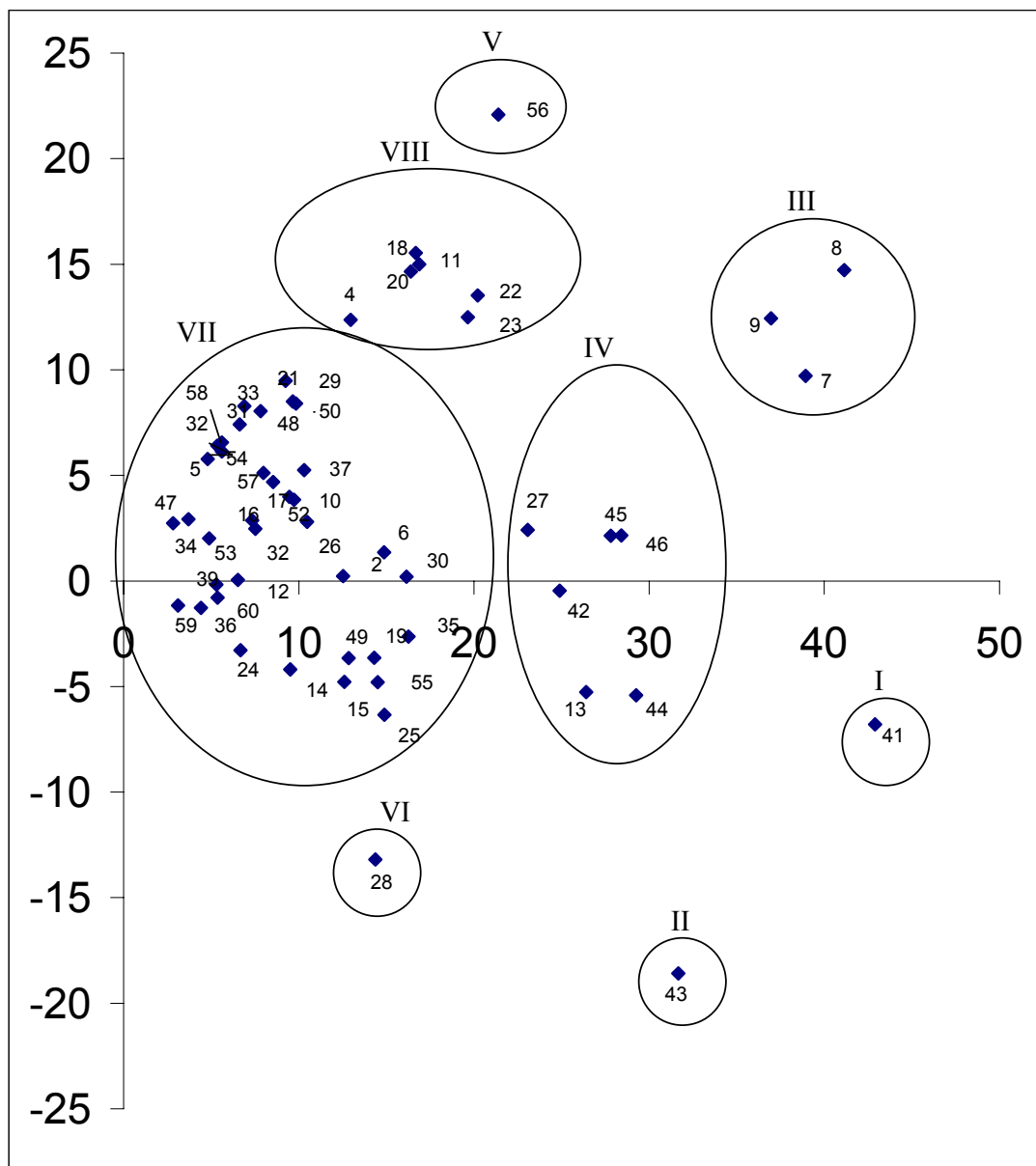


Figura 23. Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos das variáveis canônicas (VC1 e VC2) relativos a 11 características estudadas em *Capsicum* spp.

Os grupos formados por este método foram: grupo I (acesso 41); grupo II (acesso 43); grupo III (acessos 7, 8 e 9); grupo IV (acessos 13, 27, 42, 44, 45 e 46); grupo V (acesso 56); grupo VI (acesso 28); grupo VII (acessos 02, 05, 06, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 59 e 60) e grupo VIII (acessos 04, 11, 18, 20, 22 e 23). Este agrupamento foi quase idêntico aos grupos formados pela projeção das distâncias no plano, apenas diferindo pelo acesso 04, que, por esse método, localizou-se no grupo VIII. Isto não está muito claro no gráfico, podendo o acesso 04 pertencer ao grupo VII, como admitido pelos métodos anteriores ou talvez formar um grupo isolado, dependendo da interpretação. Porém, o acesso 04 (*C. baccatum* var. *pendulum*) possui o formato pitanga como o acesso 20 (*C. baccatum* var. *baccatum*), sendo os dois únicos acessos com esse formato, demonstrando, que, este formato difere dos demais sugeridos pelo IPGRI (1995), já que comprimento e diâmetro contribuíram 64% para divergência genética entre os acessos. Por este motivo, o acesso 04 ficou incluído no grupo VIII.

A maior distância no eixo Y pode ser observada entre os acessos 43 e 56, e no eixo X entre os acessos 34 e 08 e, praticamente, com a mesma distância os acessos 59 e 41, sendo estas três combinações as de maior potencial heterótico. Quanto ao cruzamento entre os acessos 43 e 56, o primeiro acesso apresentou fruto alongado, com comprimento acima de 16 cm de comprimento e pertencente à espécie *C. annum*, já o acesso 56 apresentou o formato sino, com comprimento de 3,27 cm e pertence à variedade *C. baccatum* var. *baccatum* sendo, portanto, silvestre, devendo-se conferir se há formação de sementes híbridas viáveis entre esses acessos.

Os acessos 34 e 08 também ficaram muito distantes. O acesso 34 é altamente pungente, com frutos muito pequenos (1,48 cm de comprimento), apresentando a cor branca quando maduros e formato oval, já o acesso 08 é o pimentão comercial 'Hércules', e o último cruzamento possível é entre os acessos 59 e 41, sendo o 59 *C. frutescens* ("malagueta") com peso médio de 0,35 g com o 41 (*C. annum*) com peso médio de 48,28 g, demonstrando, assim, a grande diferença entre esses acessos. Além da distância, é necessário saber se o acesso escolhido apresenta características desejadas, daí a importância de se fazer a caracterização morfoagronômica, com dados qualitativos e quantitativos.

4.3.4. Importância relativa dos caracteres na divergência genética

Estudos de importância relativa das variáveis são importantes para podermos escolher com maior segurança os descritores que serão utilizados em estudos de divergência genética.

As características de maior importância para divergência genética foram comprimento do fruto (32%), diâmetro do fruto (32%), número de sementes por fruto (13%) e peso médio por fruto (12%) (Tabela 11). As outras características (altura da planta, diâmetro da copa, dias para florescimento, dias para frutificação, peso de 1000 sementes, peso de frutos por planta e número de frutos por planta) contribuíram, em seu conjunto, com apenas 11%, portanto, de pouca importância para estudos de divergência genética.

Teixeira (1996) concluiu, por meio da técnica de componentes principais, que as características: comprimento do fruto, diâmetro do fruto, número de sementes por fruto, altura de planta e diâmetro de copa foram discriminantes em estudos com *Capsicum* spp. As três primeiras características coincidiram com os dados obtidos no presente trabalho. Porém, altura da planta e diâmetro da copa contribuíram apenas 3,2 % para a divergência genética, não sendo discriminantes. O IPGRI (1995) não considera diâmetro da copa como descritor essencial, entretanto, o descritor altura da planta é considerado essencial. Na Figura 24, encontram-se representadas as variáveis que mais contribuíram para divergência genética entre os acessos.

4.4. Avaliação da resistência à mancha bacteriana

Dos 60 acessos estudados, nem todos foram avaliados, havendo diferenças entre número de acessos, número de repetições e alguns acessos foram avaliados para uma determinada característica e não para outra. Isto ocorreu devido ao fato de alguns acessos não apresentarem o mínimo de quatro plantas por acesso, por diversos motivos: germinação nula (acessos 01, 02, 22 e 60); baixa germinação; germinação muito tardia (50 e 41); número e/ou tamanho de folhas insuficientes para serem inoculados e alguns acessos, principalmente os de *C. annum*, apresentaram cercosporiose, perdendo muitas folhas, algumas vezes, justamente a folha inoculada com *Xav*.

Tabela 11. Contribuição relativa de 11 variáveis quantitativas para divergência genética em *Capsicum* spp, pelo método proposto por Singh (1981).

VARIÁVEL	VALOR EM %
Comprimento do fruto (CF)	32,0761
Diâmetro do fruto (DF)	31,6319
Número de sementes por fruto (NSF)	13,3513
Peso médio do fruto (PMF)	12,1325
Dias para floração (DPFLOR)	3,4206
Altura da planta (AP)	2,1881
Peso de 1000 sementes (PMS)	1,4248
Número de frutos por planta (NFP)	1,3500
Peso de frutos por planta (PFP)	1,2176
Diâmetro da copa (DC)	1,0797
Dias para frutificação (DPFRUT)	0,1275

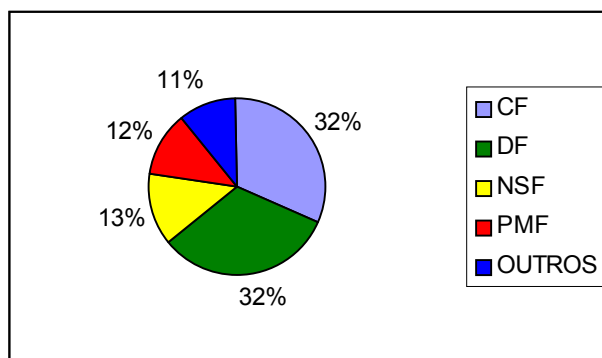


Figura 24. Contribuição relativa das variáveis mais importantes para divergência genética em *Capsicum* spp.

CF= comprimento do fruto; DF= diâmetro do fruto; PMF = peso médio do fruto; NSF= número de sementes por fruto; Outros (peso de frutos por planta; diâmetro da copa; altura da planta; peso de mil sementes; dias para floração; dias para frutificação e número de frutos por planta).

Decidiu-se não pulverizar com defensivos fúngicos, para não haver interferência nos resultados de resistência. As plantas foram apenas pulverizadas com Decis para controle de *Diabrotica speciosa* (“vaquinha”).

4.4.1. Avaliação da reação em folhas de *Capsicum* spp. da inoculação de Xav na concentração de 10^3 céls/ml

Dos 60 acessos estudados, 45 foram avaliados quanto à reação da folha à inoculação de Xav, na concentração de 10^3 céls/ml, em cinco repetições. A inoculação foi realizada aos 60 dias, não podendo ser adiada, apesar de alguns acessos estarem ainda germinando (tardios), pois a avaliação comparativa entre os acessos tem que ser feita nas mesmas condições ambientais.

Na Tabela 12, encontram-se os resumos das ANOVAs para a reação de folhas na concentração de 10^3 céls/ml, contendo as variâncias para média do número de pústulas por cm^2 (MNP) e nota de pústulas (NP). Os coeficientes de variação obtidos foram para MNP de 27,35% e 13,92% para NP. Para MNP, o CV% foi alto, porém justificável, pois diferentes hipóteses para o controle gênico da resistência à mancha bacteriana foram descritos (Cook e Stall, 1963, Juhász et al., 2001; Riva, 2002), desde monogênicos a poligênicos. Provavelmente, dentre esses 45 acessos, alguns devem apresentar resistência monogênica, poligênica ou ser suscetíveis em diferentes graus, sofrendo, portanto, grande influência do ambiente, aumentando o quadrado médio do resíduo e, conseqüentemente, o coeficiente de variação.

O teste F em nível de 1% de probabilidade foi altamente significativo para todos os tratamentos, demonstrando que houve diferença significativa entre os acessos quanto à resistência à mancha bacteriana. As médias obtidas foram comparadas pelo teste Scott Knott, permitindo, assim, a formação de grupos mutuamente exclusivos. Estas variaram de 0 a 132 pústulas de Xav por cm^2 para MNP e de 1 a 8,8 para NP (Tabela 15). Por este método, formaram-se quatro grupos, sendo oito acessos altamente suscetíveis (98 a 132 pústulas/ cm^2) e 16 altamente resistentes (0 a 20 pústulas/ cm^2). Os acessos 02, 21, 23 e 53 apresentaram média de zero pústula em 15 contagens. Riva (2002), trabalhando

Tabela 12. Resumo da ANOVA para reação em folhas à inoculação de *Xav* na concentração de 10^3 céls/ml em acessos de *Capsicum* spp.

FV	GL	QM ^{1/x}	
		MNP	NP
Bloco	4	8,4948	0,24
Acesso	44	52,7926**	1,47**
Resíduo	176	2,5685	0,08
CV%		27,35	13,92

** Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

^{1/}MNP = Média do número de pústulas e NP= Nota de pústulas (Riva, 2002).

^{x/}Dados transformados em $\sqrt{x+1}$.

com análise de gerações para a reação à mancha bacteriana, utilizou o acesso 02 como parental resistente, confirmando o resultado encontrado. Estes acessos têm potencial para serem utilizados em programas de melhoramento tanto de pimenta quanto de pimentão, pois o cruzamento interespecífico das espécies domesticadas é de fácil obtenção.

Ao distribuir os dados usando-se a escala de notas proposta por Riva (2002), as médias foram classificadas do mesmo modo, utilizando-se a média do número de pústulas, porém o CV% foi reduzido à metade (de 27,35 para 13,92%).

4.4.2. Avaliação da reação de frutos imaturos de *Capsicum* spp. à inoculação de *Xav*

A avaliação em frutos imaturos é importante principalmente para pimentão e, segundo Gitaitis (1992) citado por Leite Jr. et al. (1995), frutos com sintomas da mancha bacteriana não são adequados para comercialização “in natura”. Outro fator é que frutos doentes podem transmitir a bactéria para as sementes. E, segundo Kurozawa e Pavan (1997), a disseminação a longas distâncias ocorre via sementes contaminadas.

Para a avaliação em frutos imaturos foi possível avaliar 36 acessos em quatro repetições. Alguns acessos não estavam produzindo frutos quando se fez a avaliação, vindo a produzir posteriormente. Em frutos imaturos, houve maior

facilidade em mensurar as lesões, sendo possível observar a área encharcada ao redor do ponto da inoculação e, ao cortar transversalmente o pericarpo no local da lesão, foi possível observar que a área da lesão na epiderme correspondia à área lesionada no pericarpo, o mesmo não ocorreu em frutos maduros. Na Tabela 13, encontram-se os resumos das ANOVAs para diâmetro da lesão (DIAM) e nota da lesão (NL) para frutos imaturos. O coeficiente de variação foi alto para DIAM (21,97%) e médio para NL (12,93%). Segundo Pohronezny et al. (1993), frutos de pimentão menores que 40 mm são mais suscetíveis que frutos maiores. Como os acessos estudados apresentaram diversos tamanhos quando maduros, chegando a formar 10 grupos pelo teste de médias Scott Knott, sendo alguns inferiores ao valor citado pelo autor, decidiu-se inocular frutos com tamanho compatíveis com frutos maduros, porém com coloração de imaturo. Este fator também pode ter influenciado num aumento do coeficiente de variação.

O teste F em nível de 1% de probabilidade foi altamente significativo para todos os tratamentos, demonstrando que houve diferença significativa entre os acessos quanto à resistência à mancha bacteriana em frutos imaturos de *Capsicum* spp. As médias obtidas foram comparadas pelo teste Scott-Knott e encontram-se na Tabela 15. Os diâmetros variaram de 0 a 6,2 mm. Dos 36 acessos, cujos frutos foram avaliados ainda imaturos, 12 foram resistentes e 24 suscetíveis, sendo os acessos 02, 17, 21 e 50 com média zero em 12 medições, portanto, altamente resistentes. O acesso 02 é *C. annuum*, porém é pungente, e os acessos 17, 21 e 50 pertencem à espécie *C. baccatum* var. *pendulum* e, por serem espécies domesticadas, há facilidade na troca de genes.

Quando os dados foram convertidos para notas, houve a formação de um grupo intermediário, ficando o grupo mais resistente com notas entre 1 e 1,8, com sete acessos, o grupo intermediário, com notas entre 2,3 e 3,5, com 18 acessos, e o grupo mais suscetível com 11 acessos, variando as notas entre 1 e 1,8.

4.4.3. Avaliação da reação de frutos maduros de *Capsicum* spp. à inoculação de Xav

A avaliação feita em frutos maduros foi a que apresentou maior CV (39,49%). Do ponto de vista de execução, essa avaliação apresentou o maior

grau de dificuldade, pois as lesões não se mostraram nítidas, o que pode ter provocado uma superestimação da resistência nos acessos. De um total de 44 acessos avaliados, 34 foram considerados resistentes, oito suscetíveis e apenas dois se mostraram altamente suscetíveis (Tabela 14). Quando o número de pústulas foi convertido em notas seguindo-se a escala proposta por Costa (2000), esse resultado praticamente se manteve: 34 foram considerados resistentes e 10 suscetíveis.

Tabela 13. Resumo da ANOVA para inoculação em frutos imaturos em *Capsicum* spp com *Xav*.

FV	GL	QM ^{1/}	
		Diâmetro da lesão	Nota
Bloco	3	0,28	0,11
Acesso	35	0,68**	0,32**
Resíduo	105	0,14	0,06
CV%		21,97	12,93

** Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

^{1/} Dados transformados em $\sqrt{x+1}$.

Tabela 14. Resumo da ANOVA para inoculação em frutos maduros em *Capsicum* spp com *Xav*.

FV	GL	QM ^{1/}	
		Diâmetro da lesão	Nota da lesão
Bloco	3	0,40	0,08
Acesso	43	1,19**	0,28**
Resíduo	129	0,34	0,09
CV%		39,59	17,66

** Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

^{1/} Dados transformados em $\sqrt{x+1}$.

Tabela 15. Médias obtidas pelos acessos de *Capsicum* spp. para reação à Xav em folhas, fruto imaturo e fruto maduro

Acesso	Folhas		Fruto imaturo		Fruto maduro	
	MNP ¹⁷	NP	DIAM	NL	DIAM	NL
02	0 d	1 d	0 b	1 c	0 c	1 b
03	29,1c	2,6 c	NA ²	NA	7,4 a	4,3 a
04	29,1c	2,4 c	0,8 b	1,5 c	1,4 c	2 b
06	100,8 a	6,8 a	2,4 a	3 b	5 b	3 a
07	71,5 b	5,2 b	NA	NA	3,6 b	3,5 a
08	25,3 c	2,4c	3,4 a	2,3 b	10,8 a	5 a
10	33,8 c	2,8 c	2 a	2,3 b	0 c	1 b
11	116,6 a	7,8 a	2,4 a	2,3 b	NA	NA
12	67,1 b	4,8 b	5,1 a	4,3 a	3,2 b	2,5 a
13	120 a	8 a	NA	NA	NA	NA
14	47,4 c	3,8 c	3,5 a	3,8 a	0 b	1 b
15	9,4 d	1,4 d	NA	NA	0,3 c	1,3 b
16	30,8 c	2,6 c	3,3 a	3,8 a	0,5 c	1,5 b
17	1,6 d	1 d	0 b	1 c	0,2 c	1 b
18	108,7 a	7,4 a	3,2 a	3,3 b	NA	NA
20	58,7 b	4,4 b	NA	NA	1,3 c	2 b
21	0 d	1 d	0 b	1 c	0 c	1 b
23	0 d	1 d	NA	NA	0,5 c	1,3 b
26	14,2 d	1,6 d	1 b	1,5 c	3,9 b	3 a
27	74,3 b	5,2 b	2,5 a	2,3 b	0 c	1 b
28	6,3 d	1 d	4,14 a	4,5 a	0 c	1 b
29	48,1 c	3,8 c	1,1 b	1,8 c	0 c	1 b
30	77,9 b	5,6 b	NA	NA	4,3 b	3,5 a
32	18,2 d	2 d	1,9 a	2,3 b	0,2 c	1 b
33	5,8 d	1 d	2,2 a	3 b	0,9 c	1,5 b
34	20,3 d	2 d	2,7 a	3 b	1,9 c	2,3 b
35	NA	NA	NA	NA	0 c	1 b
36	125,3 a	8,2 a	3,5 a	3,8 a	1,2 c	1,8 b

37	0,6 d	1 d	1,5 b	2 c	0,5 c	1,3 b
38	1,5 d	1 d	1,4 b	2,3 b	0 c	1 b
56	44,9 c	3,6 c	3,2 a	3,5 b	3,9 b	3,3 a
41	63,7 b	4,6 b	NA	NA	1,3 c	2 b
42	60,8 b	4,4 b	NA	NA	0 c	1 b
43	26,3 c	2,2 c	6,2 a	5 a	0 c	1 b
44	73 b	5,2 b	2,4 a	3 b	0 c	1 b
45	51,9 c	4 c	2,7 a	3,3 b	2,5 c	2 b
46	132,5 a	8,8 a	4 a	4,3 a	0 c	1 b
47	15,9 d	1,8 d	2,8 a	3,3 b	1,3 c	2 b
48	98,4 a	6,8 a	2,2 a	3 b	1,1 c	1,5 b
49	120 a	8 a	2,9 a	3,3 b	1,7 c	2,5 a
50	13,9 d	1,8 d	0 b	1 c	2,5 c	2 b
52	29,3 c	2,2 c	2,1 a	2,3 b	0,4 c	1,3 b
53	0 d	1 d	NA	NA	1,9 c	2,3 b
54	11,1 d	1,6 d	2,3 a	2,3 b	5,8 b	3,5 a
55	30,7 c	2,6 c	0,7 b	1,25 c	0,3 c	1,3 b
56	44,9 c	3,6 c	3,2 a	3,5 b	3,9 b	3,3 a
57	NA	NA	0,6 b	1,5 c	2,5 c	2 b
58	41,9 c	3,2 c	1,1 b	1,8 c	3 b	2,3 b

^{1/} MNP= Média do número de pústulas; NP= Nota para pústulas; DIAM= Diâmetro da lesão e NL= Nota da lesão.

^{2/} NA= Não avaliado.

4.4.4. Avaliação da reação hipersensível em folhas de *Capsicum* spp.

A reação de hipersensibilidade (RH) apresenta-se como uma resposta celular rápida e drástica da planta frente ao patógeno. É considerada uma resposta de defesa induzida e ocorre em função do hospedeiro reconhecer a infecção do patógeno. Para ocorrer a RH, a interação planta x patógeno tem que ser incompatível (Bergamin Filho et al., 1995). Hibberd et al. (1988) relatam ser a reação de hipersensibilidade governada por um único gene.

Foram avaliados 49 acessos de *Capsicum* spp. quanto à reação hipersensível à inoculação de *Xav*, na concentração de 10^8 células/ml. Na Tabela 16, encontram-se as reações observadas em folhas, 48 horas após a inoculação. O acesso 28 apresentou plantas com e sem reação em proporções iguais, não podendo ser classificado. Foram observados 28 acessos sem reação de hipersensibilidade e 20 com reação, indicando resistência. As reações apresentaram-se de diversas formas, mostrando que, provavelmente, são controladas por mecanismos distintos. As reações estão representadas na Figura 22. Observaram-se cinco reações distintas: mancha amarela, na qual se registrou progressão para lesão necrótica após um período de 72 horas; anel necrótico, indicando, possivelmente, a delimitação da área de atuação da bactéria, em função da resposta da planta; várias manchas necróticas; mancha necrótica inteira, sendo esta a forma mais convencional da reação hipersensível; e mancha transparente, ficando apenas a epiderme na área infiltrada com a suspensão de *Xav* sem sinais de encharcamento. Kimura et al. (1972) observaram manchas translúcidas, porém aquosas, em pimentão e tomate inoculados com *Xanthomonas vesicatoria*. Os indivíduos que apresentaram esse sintoma foram considerados suscetíveis.

Tabela 16. Reação de hipersensibilidade em folhas de *Capsicum* spp. inoculadas com *Xav* na [10⁸] céls/ml.

Acesso	Reação	Acesso	Reação	Acesso	Reação
1	N ¹	21	RH ²	41	-
2	-	22	-	42	N
3	-	23	RH	43	N
4	RH	24	-	44	N
5	N	25	-	45	N
6	RH	26	RH	46	N
7	-	27	N	47	N
8	N	28	RH	48	RH
9	N	29	RH/N	49	N
10	N	30	N	50	N
11	N	31	N	51	RH
12	N	32	RH	52	N
13	N	33	RH	53	N
14	RH	34	RH	54	N
15	RH	35	RH	55	-
16	N	36	N	56	-
17	RH	37	RH	57	N
18	N	38	N	58	N
19	-	39	-	59	RH
20	RH	40	RH	60	RH

¹N= Ausência de reação hipersensível

²RH= Presença de reação hipersensível

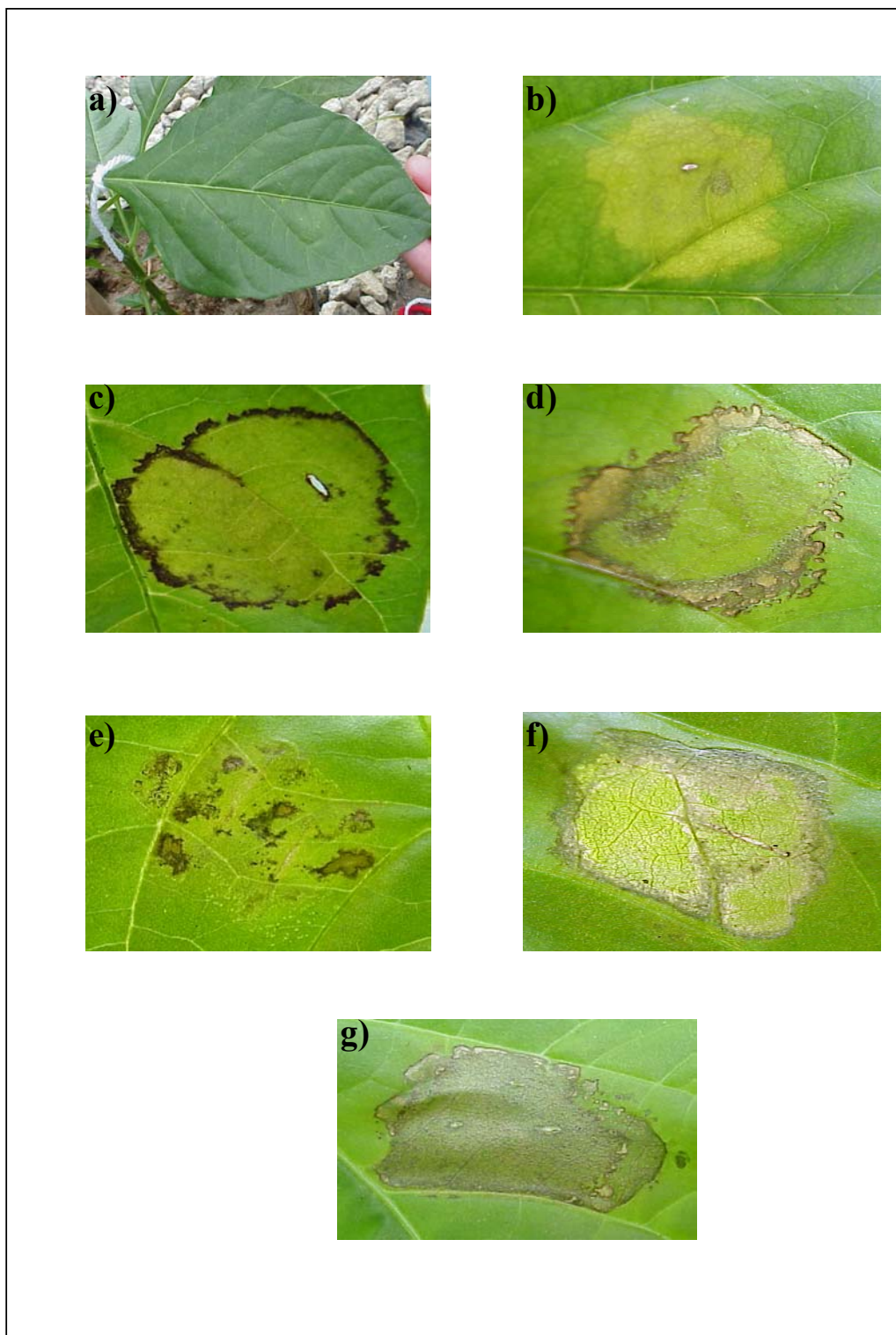


Figura 22. Reações de hipersensibilidade em *Capsicum* spp.
a) Reação não hipersensível, b) RH (mancha amarela), c) RH (anel necrótico), d) RH (anel necrótico), e) RH (várias manchas necróticas), f) RH (mancha transparente), e g) RH (mancha necrótica).

4.4.5. Correlação de Spearman entre caracteres para reação à Xav

Para correlacionar as características de resistência foram utilizados dados de 32 acessos, devido a esses terem sido avaliados pelos quatro métodos acima citados. Segundo Cruz e Regazzi (2001), para grau de liberdade (n-2), igual a 19 e nível de significância igual a 5%, é significativa a correlação igual ou superior a 0,433. Na Tabela 17, encontra-se a matriz de correlações simples de Spearman para as variáveis relativas à resistência à mancha bacteriana.

Foi possível observar que os três acessos de *Capsicum frutescens* (“malaguetas”) foram altamente suscetíveis para avaliação em fruto imaturo, folha a 10^3 e 10^8 células/ml. O único método no qual esses acessos se mostraram medianamente resistentes foi na avaliação de frutos maduros, que teve a resistência superestimada.

A espécie *Capsicum annuum* apresentou seis acessos altamente suscetíveis (07, 27, 41, 42,44 e 46), variando de 60 a 132 pústulas por cm^2 , cinco com resistência intermediária (10, 43, 45, 52 e 55) variando de 26 a 52 pústulas por cm^2 e um altamente resistente (28), apresentando uma média de 6 pústulas por cm^2 , porém são pungentes (pimentas). Dois acessos de *C. annuum* var. *glabriusculum* foram altamente resistentes. O acesso 38 apresentou média de 1,5 pústulas/ cm^2 e o acesso 58 de zero pústula/ cm^2 . Acessos de *C. baccatum* e *C. chinense* variaram de altamente resistentes a altamente suscetíveis.

As escalas de notas utilizadas, propostas por Costa (2000) para frutos e por Riva (2002) para folhas (MNP), foram representativas da média original, sendo as correlações altamente significativas pela estatística t, de Student. MNP e NP apresentaram correlação de 0,99, DIAM e NL de frutos imaturos de 0,94 e DIAM e NL de frutos maduros de 0,97, demonstrando que a utilização das escalas de notas propostas por estes autores é viável.

A correlação foi significativa para NP e NL para frutos imaturos (0,45), provavelmente, parte dos 32 acessos que se mostraram resistentes sejam controlados pelos mesmos genes. As variáveis DIAM e NL para frutos vermelhos não se correlacionaram com nenhuma das três resistências. Isto ocorreu provavelmente devido à superestimação da resistência, não permitindo uma avaliação real dos fatos. A RH apresentou correlação positiva com os três métodos utilizados e suas respectivas notas. Contudo, foi significativa para MNP e

NP em folhas. Essa correlação indica que, provavelmente, o controle genético seja o mesmo e/ou sejam controlados pelos mesmos genes. Já a resistência em frutos deve ser controlada geneticamente diferente da Resposta Hipersensível, pois as correlações foram praticamente nulas. Segundo Hibberd et al. (1988), a Resposta Hipersensível (10^8 cels/ml), seja controlada por apenas um gene.

Somodi Cameron et al. (1996), estudando a correlação entre reação de hipersensibilidade e resistência no campo à raça 1 de *X. campestris* pv. *vesicatoria* (Xcv) em tomate, controlada quantitativamente, encontraram correlações baixas de 0,26 no primeiro experimento e 0,52 no segundo experimento. Entretanto, a correlação da população interna do patógeno na planta e a resistência no campo foi menor que a correlação entre Resposta Hipersensível e resistência no campo. Deste modo, a seleção de genótipos apresentando altos níveis de resistência no campo à raça 1 de Xcv baseada na avaliação da Resposta Hipersensível não é indicada. Porém, muitos genótipos suscetíveis podem ser eliminados por este método.

Camargo (1995) cita que, do ponto de vista fisiológico, genótipo hipersensível é extremamente suscetível, porém, para os melhoristas, é extremamente resistente, pois, em condições de altas concentrações do patógeno, a planta hipersensível sofre danos reduzidos.

Os acessos mais promissores, por apresentarem-se resistentes nas quatro avaliações, foram: 02 (*C. annuum*), 17 e 21 (*C. baccatum*) 37 (*C. chinense*), os acessos 28, 38, 50 e 58 foram altamente resistentes para pelo menos duas avaliações, demonstrando, assim, grande potencial para serem utilizados em programas de melhoramento.

Tabela 17. Matriz de correlações de Spearman para as variáveis relacionadas à resistência a doenças.

	MNP ^{1/}	NP	DIAM/1	NL/1	DIAM/2	NL/2	RH
MNP	1,0	0,994*	0,312	0,411	0,229	0,015	0,531*
NP		1,0	0,337	0,454*	0,246	0,090	0,546*
DIAM/1			1,0	0,944*	0,361	0,024	0,184
NL/1				1,0	0,222	0,019	0,352
DIAM/2					1,0	0,963*	0,134
NL/2						1,0	0,004

*Correlações significativas em nível de 5% de probabilidade pela estatística t de Student

^{1/}MNP= média do número de pústulas em folha; NP= nota para pústulas em folha; DIAM/1= diâmetro da lesão em fruto imaturo; NL/1= nota da lesão para fruto imaturo; DIAM/2= diâmetro da lesão para fruto maduro; NL/2= nota da lesão para fruto maduro e RH= reação de hipersensibilidade.

5- RESUMO E CONCLUSÕES

O gênero *Capsicum* apresenta grande variabilidade entre acessos da mesma espécie e ampla diversidade genética. Com objetivo de caracterizar morfoagronomicamente e avaliar quanto à resistência à mancha bacteriana a Coleção de *Capsicum* spp. do CCTA/UENF, foram realizados dois experimentos, um em condições de campo e outro em casa de vegetação, ambos na UAP/CCTA/UENF, em Campos dos Goytacazes, RJ, no período de novembro de 2001 a setembro de 2002.

Para a caracterização foram analisados 27 descritores e para avaliação da resistência foram realizadas quatro avaliações distintas, utilizando-se suspensões de *Xav* nas concentrações de 10^3 e 10^8 em folhas, e altas concentrações em frutos imaturos e maduros. Para analisar os dados, foram utilizadas análises uni e multivariadas, com auxílio do programa Genes (2001). Com base nos dados obtidos, pode-se inferir que:

- Foi possível identificar a espécie de 58 acessos estudados, com base em 15 descritores qualitativos.

- A coleção de *Capsicum* do CCTA/UENF é composta por 17 acessos de *C. annuum*, dois de *C. annuum* var. *glabriusculum*, 13 de *C. baccatum* var.

pendulum, dois de *C. baccatum* var. *baccatum*, 18 de *C. chinense*, 7 de *C. frutescens*, 1 de *C. pubescens*.

- O descritor cor da corola e cor da antera apresentaram correlação positiva e significativa com a variável espécie.

- O formato “sino” não se enquadra nos formatos propostos pelo IPGRI (1995). Porém, os formatos pitanga e oval são variantes dos formatos campanulado e redondo, respectivamente propostos pelo IPGRI (1995).

- As técnicas multivariadas aplicadas (método hierárquico do vizinho mais próximo, otimização de Tocher, projeção das distâncias no plano e variáveis canônicas) foram concordantes entre si.

- Por meio das técnicas multivariadas empregadas, pode-se concluir que os 56 acessos analisados são divergentes e possuem variabilidade genética.

- Pelo método Singh, as variáveis que mais contribuíram para a divergência genética entre os 56 acessos de *Capsicum* spp. foram comprimento do fruto (32,0761%), diâmetro do fruto (31,6319%), número de sementes por fruto (13,3513%) e peso médio do fruto (12,1325%).

- Pela técnica das variáveis canônicas, os acessos mais distantes, com maior potencial heterótico, foram: 56 x 43; 34 x 08 e 59 x 41.

- Podem ser sugeridos os seguintes cruzamentos, com base na divergência genética, caracterização morfoagronômica e avaliação da resistência à mancha bacteriana: (7, 8 e 9) x (02, 41, 43 e 55); (12, 16, 36, 39, e 59) x (28); (43) x (55); (38) x (53); (10) x (52); (56) x (53).

- Foi possível estudar a divergência com base nos descritores morfoagronômicos.

- As escalas de notas propostas por Costa (2000) para frutos e por Riva (2002) são válidas e úteis para análise da resistência à mancha bacteriana.

- Houve correlação positiva entre o método de avaliação da resistência à mancha bacteriana em folha inoculada na concentração de 10^3 células/ml de Xav e inoculação de Xav em frutos imaturos.

- Para a avaliação da resistência em frutos deve-se fazer escalonamento de plantio com base nos descritores avaliados para DPF (Dias para frutificação).

- O método de avaliação da resistência à mancha bacteriana em frutos vermelhos não foi eficiente.

- Os acessos 02, 21, 23, 37, 50, 55 e 57 são promissores para serem utilizados em programas de melhoramento visando à resistência à *Xav* (*Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, F.B. (2001) *Análise multivariada na determinação da divergência genética em feijão-de-vagem (Phaseolus vulgaris L.) de crescimento indeterminado*. Tese (Mestrado em produção vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 73p.

Abreu, F.B., Marim, B.G., Guimarães, M.A., Silva, D.J.H., Luca, C.A.C., Valente, R.F. (2002) Importância relativa das características vegetativas e de produção para discriminação de acessos de tomateiro do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa. *Horticultura brasileira*, Brasília: 20, (2). Suplemento 2.

Aguiar, L. de; Kimura, O., Castilho, K.S.C., Ribeiro, R. de L.D., Akiba, F., Carmo, M.G.F. do (2000) Resistência ao cobre em isolados nacionais de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* de pimentão e tomateiro. *Agronomia*, v.34 (1/2): 78 - 82.

Allard, R.W. (1971) *Princípios do melhoramento genético das plantas*. São Paulo: Edgard Blucher, 381p.

- Amaral Júnior, A.T. do (1996) *Análise dialélica de betacaroteno, vitamina C, sólidos solúveis totais e produção e variabilidade em cultivares de tomateiro (Lycopersicon esculentum Mill.) via marcadores RAPD*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 198 p.
- Amaral Júnior, A.T. do; Thiébaud, J.T. de L. (1999) *Análise multivariada na avaliação da diversidade em recursos genéticos vegetais*. Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, CCTA, 55p.
- Bianchetti, L.B. (1996) *Aspectos morfológicos, ecológicos e biogeográficos de dez táxons de Capsicum (Solanaceae) ocorrentes no Brasil*. Tese (Mestrado em Botânica) – Brasília – DF, Universidade de Brasília - UNB, 174p.
- Blanco, M.C.S.G., Groppo, G.A., Tessarioli Neto, J. (1997) pimentão (*Capsicum annum*). In: *Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Manual técnico das culturas*. V. 2, 2 ed. ver. Atual. Campinas: CATI, p.103 – 107.
- Bongiolo Neto, A.; Reifschneider, F.J.B.; Takatsu, A. (1986) Padronização de metodologia para avaliação da resistência em *Capsicum* spp. à *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doide) Dye e da virulência de isolados da bactéria. *Fitopatologia Brasileira*, 12 (3): 190-193.
- Borém, A. (1998) *Melhoramento de plantas*. 2 ed. Viçosa: UFV. 453p.
- Bosland, P.W. (1996) *Capsicums: Innovative Uses of an Ancient Crop*. Arlington, VA: ASHS Press, p. 479-487.
- Boswell, V.R., Doolittle, L.P., Pultz, L.M., Taylor, A.L., Danielson, L.L., Campbell, R.E. (1964) *Pepper production*, Washington, USDA Agriculture Research Service, 39 p. (Agricultural information bulletin, 276).

- Braz, L.T.; Aoshima, C.T.; Ferreira, M,AJ da F. (1996a) Desenvolvimento e avaliação de híbridos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) I. Características agronômicas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 14 (1): 74.
- Braz, L.T.; Aoshima, C.T.; Ferreira, M,A.J. da F. (1996b) Desenvolvimento e avaliação de híbridos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) II. Características de fruto. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 14 (1): 74.
- Bueno, L.C.de S.; Mendes, A.N.G.; Carvalho, S.P.de (2001) Melhoramento genético de plantas: princípios e procedimentos. Lavras: UFLA. 282p.
- Camargo, L.E.A. (1995) Análise genética da resistência e da patogenicidade. In: Bergamin Filho, A. et al. (edit.). *Manual de fitopatologia: princípios e conceitos*. v. 1, 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 470-492.
- Cameron Somodi, G., Jones, J.B. Scott, J.W., Wang, J.F., Stall, R.E. (1996) Relationship between the hypersensitive reaction and field resistance to tomato race 1 of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. *Plant disease*, 80: 1151-1154.
- Carmo, M.G.F. do; Kimura, O.; Maffia, L.A.; Carvalho, A. de O. de. (1996) Progresso da pústula bacteriana do pimentão, causada por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, em condições de viveiro. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 21 (1): 62 - 70.
- Casali, V.W.D. e Couto, F.A.A. (1984) Origem e botânica de *Capsicum*. *Informe Agropecuário*, 10 (113): 76 - 78.
- Cook, A.A., Stall, R.E. (1963) Inheritance of resistance in pepper to bacterial spot. *Phytopathology*, 53 (3): 1060-1062.
- Costa, R.A. (2000) *Análise genética de produção, características de frutos e reação à mancha-bacteriana em genótipos de pimentão (Capsicum annuum*

- L.). Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 67p.
- Costa, R.A., Rodrigues, R., Sudré, C.P. (2002) Resistência à mancha bacteriana em genótipos de pimentão. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 20 (1): 86-89.
- Cota, J.E.D., Castro, R.F., Gonzalez, C., Moraila, L., Fregoso, A.P., Vega, C.Z. (1991) Harina de regaza de Chile Bell (*Capsicum annuum*) como pigmentante em la industria avícola em Sinaloa. Culiacan: primera reunion sobre recursos naturales em Sinaloa, p. 21 – 30.
- Cruz, C.D. (2001) *Programa genes (versão Windows): aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: UFV, 648p.
- Cruz, C.D. e Carneiro, P.C.S. (2003) *Modelos biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético*. Viçosa: UFV, V. 2. 585p.
- Cruz, C.D. e Viana, J.M.S. (1994) A methodology of genetic divergence analyses based on sample unit projection on two-dimensional space. *Revista Brasileira de Genética* 17, 1, p.69 - 73.
- Cruz, C.D. e Regazzi, A.J. (2001) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2ed. rev. Viçosa: UFV, 390p.
- De- Polli, H. (Coord.) (1988) *Manual de Adubação para o Estado do Rio de Janeiro*. Itaguaí: Editora Universidade Rural, 179p.
- EMBRAPA (2001) *Uso da diversidade genética de pimentas e pimentão para o desenvolvimento de genótipos de interesse do agronegócio brasileiro*. www.embrapa.gov.br, disponível em 20/03/01.
- Falconer, D.S. (1987) *Introdução à genética quantitativa*. Trad. de Martinho de Almeida e Silva e José Carlos da Silva. Viçosa, MG: UFV, 279p.

- Filgueira, F.A.R. (2000) *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV, 402p.
- Goedert, C.O. (1988) Conservação de germoplasma semente. *Anais do Encontro sobre Recursos Genéticos*. Jaboticabal: FCAV, p.78.
- Gomes, F.P. (2000) *Curso de estatística experimental*. Piracicaba: ESALQ, 477p.
- Heiser Jr., C.B. (1976) Peppers. *Capsicum* (Solanaceae). In: *Evolution of Crop Plants*. Simmonds, N. W. (Ed.) Longman Scientific e Technical. p. 265-268.
- Hibberd, A.M., Stall, R.E., Basset, M.J. (1988) Quantitatively assessed resistance to bacterial leaf spot in pepper that is simply inherited. *Phytopathology*, 78: 607 – 612.
- IBGE (2003) Censo Agropecuário/96. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA; <http://www.sidra.ibge.gov.br> em 28/01/03, página mantida pelo IBGE.
- IBPGR. (1983) *Genetic resources of Capsicum*. Roma: IBPGR Secretariat. p. 1-13.
- Inoue, A.K e Reifschneider, J.B. (1989) Caracterização da coleção de germoplasma de *Capsicum* do CNPH. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 7(1): 10-18.
- IPGRI. (1995) *Descritores para Capsicum (Capsicum spp)*. Roma: IPGRI, 51p.
- Juhász, A.C.P., Rodrigues, R., Sudré, C.P., Pereira, M.G. (2001) Genética da resistência à mancha-bacteriana em pimentão, *Horticultura Brasileira*, Brasília, 19 (2): 270. (Resumo)
- Juhász, A.C.P. (2002) *Herança da resistência à mancha bacteriana em pimentão e avaliações estruturais associadas à interação Xanthomonas axonopodis pv. vesicatoria – Capsicum annuum L*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) –

Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 86p.

- Kim, B.S., Hartmann, R.W. (1985) Inheritance of a gene (*Bs₃*) conferring hypersensitive resistance to *Xanthomonas capestris* pv. *Vesicatoria* in pepper (*Capsicum annuum*). *Plant Disease*, 69 (3): 233-235.
- Kimura, O., Robbs, C. F., Ribeiro, R. de L.D., Akiba, F., Sudo, S. (1972) Identificação de patotipos de *Xanthomonas vesicatoria* (Doidge) Dowson, ocorrendo na região centro-sul do Brasil. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, 39 (1): 43-49.
- Kimura, O. (1984) Enfermidades bacterianas do pimentão. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 10 (113): 39-41.
- Kousik, C.S., Ritchie, D.F. (1996) Disease potential of pepper bacterial spot pathogen races that overcome the *Bs2* gene for resistance. *Phytopathology*, 86 (12): 1336 – 1343.
- Kurozawa, C., Pavan, M.A. (1997) Doenças das solanáceas (berinjela, jiló, pimentão e pimenta). In: Kimati, H., Amorim, L., Bergamim Filho, A.B., Camargo, L.E.A., Rezende, J.A.M. (eds.) *Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas*. v. 2, 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 665-675.
- Lam-Sánchez, A. (1992) *Centros de origem das plantas cultivadas*; tradução e compilação. Jaboticabal, UNESP/FUNEP: 45p.
- Leal, F.C., Rodrigues, R. Dutra, G.A.P., Juhász, A.C.P., Sudré, C.P., Riva, E. M., Gonçalves, I.A. (2001) Reação à mancha-bacteriana em folhas de acessos de *Capsicum* spp. *Livro de Resumo do VI Encontro de Iniciação Científica e I Mostra de Pós-Graduação*, Campos dos Goytacazes, UENF: p.117.

- Leite Júnior, R.P., Jones, J.B., Somodi, G.C., Minsavage, G.V., Stall, R.E. (1995). Detection of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* associated with pepper and tomato seed by DNA amplification. *Plant disease*, 79: 917 – 922.
- Liberato, J.R. (1995) *Aplicações de técnicas de análise multivariada em fitopatologia*. Tese (Mestrado em Fitopatologia) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 144p.
- Lopes, C.A.; Quezado-Soares, A.M. (1997) *Doenças bacterianas das hortaliças*. Brasília: DF. EMBRAPA, 70p.
- Lourenço, R.T.; Bianchetti, L.D.; Lins, T.C. de L.; Silva, N.J.M.L.; Buso, G.C.S.; Pozzobon, M.; FERREIRA, M.E. (1999) New putative *Capsicum* species collected in the Brazilian Atlantic Forest and their genetic relationship with cultivated peppers: a first genetic view using molecular markers. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, *Resumos*. Gramado: SBG, p. 282.
- Manly, B.F.J. (1990) *Multivariate statistical methods: A primer*. Great Britain: Chapman and Hall, 159 p.
- Pereira, N.P., Leal, N.R., Pereira, M.G. (2000) Correlações fenotípicas de caracteres diretamente e indiretamente relacionados com a resistência à traça em cruzamento interespecífico de tomateiro. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 18: p.656 - 658.
- Perucka, I.E Oleszek, W.L. (2000) Extraction and determination of capsaicinoids in fruit of hot pepper *Capsicum annuum* L. by spectrophotometry and high-performance liquid chromatography. *Food Chemistry*, 71: 287 - 291.
- Pickersgill, B. (1997) Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. *Euphytica*, 96: 129 - 133.
- Ramalho, M.A.P.; Santos, J.B.dos; Pinto, C.A.B.P. (2000) *Genética na agropecuária*. Lavras: UFLA. 472p.

- Ramos, S.R.R.; Rodrigues, R.; Leal, F.C.; Sudré, C.P.; Pereira, T.N.S; (2001) Caracterização preliminar de acessos de *Capsicum* do Banco Ativo de Germoplasma da UENF. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 19 (2): 270.
- Ramos, S.R.R.; Rodrigues, R.; Pereira, T.N.S (2000) Divergência genética em acessos de pimenta coletados no Rio de Janeiro. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 18: 673-674.
- Reifschneider, F.J.B. (Org.) (2000.) *Capsicum. Pimentas e pimentões no Brasil*. Brasília, DF: EMBRAPA. 113p.
- Reifschneider, F.J.B., Lopes, C.A. (1997) Resistência de plantas a fitobactérias. *Anais do Congresso de Fitopatologia*, 30, Poços de Caldas: SBF, p. 41 – 46.
- Reifschneider, F.J.B., Lopes, C.A. (1998) Melhoramento genético para resistência a doenças de plantas. *Rev. Anu. Patol. Plan.*, Rio Grande do Sul, 6: 329 – 366.
- Ribeiro, R.L.D., kimura, O., Akiba, F. Almeida, O. C. e Sudo, S. (1982) Melhoramento do pimentão para resistência à *Xanthomonas campestris* patovar *vesicatoria*. Itaguaí: *Arq. UFRRJ*. p. 129-139.
- Riva, E.M. (2002). Análise de gerações para reação à mancha bacteriana e outros caracteres agrônômicos em *Capsicum annuum* I. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 90 p.
- Riva, E. M., Rodrigues, R., Sudré, C. P., Leal, F.C., Dutra, G.A.P., Karasawa, M., Juhász, A.C.P. Identificação de acessos de *Capsicum* spp. resistentes à mancha bacteriana. *Horticultura brasileira*, Brasília: 20 (2). Suplemento 2.
- Rodrigues Neto, J.; Malavolta Jr., V.A., Victor, O. (1986) Meio simples para isolamento e cultivo de *Xanthomonas campestris* pv. *citri* tipo B. *Summa Phytopathologica*, 12 (1/2): 16.

- Rodrigues, R. (1997) Análise genética da resistência ao cretamento bacteriano comum e outras características agronômicas em *Phaseolus vulgaris* L. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 103p.
- Romeiro, R. da S., Kimura, O. (1997) Induced resistance in pepper leaves infiltrated with purified bacterial elicitors from *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. *Journal of Phytopathology-Phytopathologische Zeitschrift*, 145 (11/12): 495-498.
- Sahin, F., Miller, S.A. (1998) Resistance in *Capsicum pubescens* to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* pepper race 6. *Plant Disease*, 82 (7): 794 - 799.
- Sakaguti, E.S. (1994) Utilização de técnicas de análise multivariada na avaliação de cruzamentos dialélicos em coelhos. Tese (Mestrado) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa - UFV, 181p.
- Salgado, C.L. e Tokeshi, H. (1980) *Manual de fitopatologia – Doenças de plantas cultivadas*. São Paulo: Ed. Agronômica “CERES” LTDA. Vol. 2, p.497-498.
- Sampaio, I.B.M. (1998) *Estatística Aplicada à experimentação animal*. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina e Zootecnia. 221p.
- Santos, A.S., Ribeiro, R. de L.D., Fernandes, M.C.A., Santos Jr., J.W.A., Monteiro, M.T. (1996) Caracterização morfológica de genótipos de *Capsicum* através da análise de frequência. *Horticultura Brasileira*, Brasília: 14 (1): 114.
- Schuelter, A.R. (1996) *Análise isozimática, dialélica e diversidade genética da pimenta silvestre (Capsicum flexuosum Sendt.)*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Viçosa - MG, Universidade Federal de Viçosa - UFV, 135p.
- Snedecor, G.W. e Cochran, W.G. (1989) *Statistical methods*. Ames: Iowa State University Press. 501p.

- Soares, L. (1995) *Divergência genética com base em componentes principais modificados e análise dialélica em pimentão (Capsicum annuum L.)*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Viçosa - MG, Universidade Federal de Viçosa - UFV, 213p.
- Sousa, J.A. (1998) *Estimação de parâmetros genéticos em um dialelo de pimenta (Capsicum chinense)*. Tese (Doutorado em Agronomia) – Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras - UFLA, p.91.
- Souza, E.D., Santos, J.B dos, Carvalho, S. P. de (2001) Avaliação de famílias S₁ e top crosses de milho monitorada por meio de marcadores RAPD. <http://www.sbmp.org.br/cbmp2001/area2/02Resumo184.htm>.
- Stall, R.E., Cook, A.A. (1996) Multiplication of *Xanthomonas vesicatoria* and lesion development in resistant and susceptible pepper. *Phytopathology*, 56 (3): 1152-1154.
- Teixeira, A.B. (2002) *Divergência genética em feijão-de-vagem (Phaseolus vulgaris L.) e Vigna spp. em interação com o ambiente*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 85p.
- Teixeira, R. (1996) *Diversidade em Capsicum: análise molecular, morfoagronômica e química*. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa - UFV, p.81.
- Valls, J.F.M. (1988) Caracterização morfológica, reprodutiva e bioquímica de germoplasma vegetal. *Anais do Encontro sobre Recursos Genéticos*. Jaboticabal: FCAV, p.106-120.
- Vauterin, L. Hoste, B., Kersters, K., Swings, J. (1995) Reclassification of *Xanthomonas*. *Int. J.Syst. Bacteriol.* 45: 472-489.

Vencovsky, R. e Barriga, F. (1992) *Genética biométrica no fitomelhoramento*.
Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 496p.

Viñals, F.N.; Ortega, R.G. e Garcia, J.C. (1996) *El cultivo de pimientos, chiles y ajíes*. Madrid: Mundi-Prensa, 607p.