

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
CAMPUS JATAÍ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE  
*Capsicum chinense* Jacq. COLETADOS NO SUDOESTE  
GOIANO.**

**Renata Cristina Alvares  
Engenheira Agrônoma**

**JATAÍ – GOIÁS – BRASIL**

**Março de 2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**  
**CAMPUS JATAÍ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE**  
***Capsicum chinense* Jacq. COLETADOS NO SUDOESTE**  
**GOIANO.**

**Renata Cristina Alvares**

**Orientador: Prof. Dr. Edésio Fialho dos Reis**

**Dissertação apresentada á Universidade Federal de Goiás – UFG, Campus Jataí, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).**

**JATAÍ – GOIÁS – BRASIL**

**Março de 2011**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)  
GPT/BC/UFG**

A473d Alvares, Renata Cristina.  
Divergência genética entre acessos de *Capsicum chinense* Jacq. coletados no sudoeste goiano [manuscrito] / Renata Cristina Alvares. - 2011.  
xv, 56 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Edésio Fialho dos Reis.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí, 2011.

Bibliografia.

Apêndices.

1. Genética – Divergência – Capsicum – Jataí. 3. Plantas – Melhoramento Genético. Produção Vegetal – Pimenta

CDU: 633.84

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

RENATA CRISTINA ALVARES, filha de Renato Alvares e Adriana Cristina Ornaghi Alvares, nascida em Leme – SP ao oitavo dia do mês de setembro de 1986. Graduiu-se em Engenharia Agrônômica na Universidade Federal de Goiás, em dezembro de 2008. Iniciou o curso de pós-graduação strictu-sensu em nível de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia/Produção Vegetal, na Universidade Federal de Goiás, em março de 2009, concluindo-a em março de 2011.

Aos meus pais, Adriana e Renato, e as minhas  
irmãs Rafaela e Giovana .

**DEDICO.**

## **AGRADECIMENTOS**

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

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo financiamento do projeto;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, pela concessão da bolsa;

Ao professor Dr. Edésio Fialho dos Reis, pela orientação, pelos ensinamentos, incentivo e confiança dedicados. Obrigada por contribuir com minha formação profissional;

Ao professor Masca pela dedicação e atenção;

Aos professores, estudantes e funcionários da pós-graduação da UFG;

Aos amigos que me ajudaram na condução do experimento, Geisa, Jefferson, Hellen, Djalma e Leonnardo. Sem eles a concretização deste trabalho não seria possível.

À todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

A todos, muito obrigada!

## SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO .....	16
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	18
2.1 Origem e evolução .....	18
2.2 Gênero <i>Capsicum</i> .....	19
2.2.1 A espécie <i>Capsicum chinense</i> Jacq. ....	22
2.2.1.1 Pimenta Bode .....	23
2.2.1.2 Pimenta de cheiro .....	23
2.2.1.3 Cumari do Pará.....	24
2.2.1.4 Biquinho.....	24
2.2.1.5 Murupi.....	24
2.2.1.6 Habanero .....	24
2.3 Capsaicina.....	25
2.4 Importância econômica .....	26
2.5 Melhoramento genético em pimentas .....	27
2.6 Análise multivariada e divergência genética.....	28
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	32
3.1 Coletas dos acessos .....	32
3.2 Semeadura.....	32
3.3 Transplante das mudas. ....	32
3.4 Tratos culturais.....	33
3.5 Caracterização morfológica.....	33
3.6 Análise de pungência dos frutos .....	34
3.7 Análise de variância univariada.....	34
3.8 Análise da divergência genética através de técnicas multivariadas .....	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
4.1 Estatística univariada .....	37
4.2 Estatística multivariada .....	39
4.2.1 Método de otimização de Tocher.....	39
4.2.2 Método UPGMA.....	42

4.2.3	Análise de Componente Principal (ACP) .....	43
4.2.4	Contribuição relativa e descarte de variáveis .....	47
5	CONCLUSÕES .....	51
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	52
	APÊNDICES .....	58



## LISTA DE TABELAS

Página

**Tabela 01.** Espécies e variedades do gênero *Capsicum* encontradas no Brasil, de acordo com o grau de domesticação .....20

**Tabela 02.** Características morfológicas para a identificação das espécies domesticadas de *Capsicum*.....21

**Tabela 03.** Teor de capsaicinóides encontrados em genótipos de pimenta da coleção da Embrapa Hortaliças, 1999. ....26

**Tabela 04.** Análise química do solo. Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011 .....33

**Tabela 05.** Descritores utilizados para a caracterização morfológica. Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011. ....35

**Tabela 06.** Resumo da análise de variância obtida nos 25 descritores morfológicos oriundos do sudoeste goiano. Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011.....38

**Tabela 07.** Formação dos grupos pelo método de Otimização de Tocher com base em 26 variáveis para os 137 acessos de *Capsicum chinense* Jacq. Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011. ....40

**Tabela 08.** Formação dos grupos pelo método de Otimização de Tocher com base em 26 variáveis para os 130 acessos de *Capsicum chinense* Jacq, originados do grupo I do agrupamento inicial pelo método de Tocher. Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011. ....41

**Tabela 09.** Agrupamento obtido pelo método hierárquico UPGMA. Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011 .....43

**Tabela 10.** Estimativas dos autovalores em relação aos componentes principais. Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011 .....44

**Tabela 11.** Contribuição relativa dos caracteres para a divergência total baseado no critério de Singh. Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011 .....49

**Tabela 12.** Estimativa dos coeficientes de ponderação dos autovetores relacionados aos últimos componentes principais. Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011.....50

## LISTA DE FIGURAS

Página

**Figura 01.** Frequência dos acessos e teores de capsaicina. Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011. ....39

**Figura 02.** Dispersão gráfica dos escores dos três primeiros componentes principais (CP1, CP2 e CP3). Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011.....46

**Figura 03.** Dispersão gráfica dos escores dos componentes principais (CP1, CP2 e CP4). Universidade Federal de Goiás, 2011.....46

## DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE *Capsicum chinense* JACQ. COLETADOS NO SUDOESTE GOIANO.

**RESUMO:** A coleta e caracterização de acessos de *Capsicum chinense* Jacq. é importante para constituição e recuperação de recursos genéticos da espécie. Contudo, é necessário conhecer o quanto esses materiais que constitui o recurso genético são divergentes para que possam ser utilizados em programas de melhoramento. No presente trabalho objetivou-se avaliar a divergência genética de 137 acessos da espécie *Capsicum chinense* Jacq. provenientes da região sudoeste do estado de Goiás, por meio de 25 descritores morfológicos do IPGRI e a quantificação por métodos colorimétricos, em absorvância/grama da capsaicina presente nos frutos. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na área experimental da UFG – Campus Jataí. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com 4 repetições, sendo cada parcela constituída por um vaso de 8 quilogramas de solo com uma planta. Na análise de variância, o peso de cem sementes foi significativo ao nível de 5% de significância e os demais caracteres avaliados significativo a 1% de significância. O mesmo ocorreu com o agrupamento das médias pelo teste de Scott-Knott a 5%, com a formação de mais de um grupo para todos os descritores, sendo os descritores massa de 10 frutos, comprimento médio dos frutos e comprimento do pedúnculo dos frutos, os que apresentaram um maior número de grupos. Na estatística multivariada, procedeu-se o agrupamento de otimização de Tocher para os 137 acessos, com a presença de 95% dos acessos no primeiro grupo. Optou-se pelo reagrupamento dos acessos do grupo I, indicando a formação de 19 novos grupos, o que mostrou grande heterogeneidade intragrupo. Pelo método hierárquico UPGMA houve a formação de 16 grupos com um corte a cerca de 60% da distância. Os três primeiros componentes principais conseguiram explicar 43,68% da variação total, no entanto, mesmo com baixa explicação foi possível observar concordâncias entre as técnicas de agrupamento utilizadas. Complementou-se a ACP com a projeção dos CP1, CP2 e CP4, não houve

mudanças drásticas e possibilitou um aumento de 7,85% na explicação. Pelo método de Singh as variáveis que mais contribuíram para a variação total foram a altura das plantas e diâmetro do dossel, ambas relacionadas ao porte da planta. Com base no proposto por Jolliffe, 14 descritores foram considerados passíveis de descarte. As análises contribuíram com a geração de informações sobre a variabilidade existente nos acessos em estudo e de subsídios para futuros trabalhos com a espécie.

**PALAVRAS CHAVE:** avaliação morfológica, pimenta, técnicas multivariadas, melhoramento de plantas.

## **GENETIC DIVERGENCE AMONG *Capsicum chinense* Jacq ACCESSES COLLECTED IN SOUTHWEST GOIÁS – BRAZIL**

**SUMMARY:** Collecting and characterization of *Capsicum chinense* Jacq accesses are very important to recover and preserve genetic resources of this species; however, it is necessary to quantify the existing divergence for its use in breeding programs. The objective of this work was to verify the genetic divergence of 137 accesses of *Capsicum chinense* Jacq collected in southwest Goiás through 25 morphological descriptors suggested by IPGRI, and to quantify them using the colorimetric method in absorbance/gram of the capsaicin present in fruits. The experiment was carried out in a green house, at the University of Goiás – Jataí campus, arranged in a completely randomized bloc design, with four replicates of one plant in an eight kilogram soil pot. Data was subjected to the analysis of variance and the 100 seed weight was significant at 5% of probability, and the other traits significant at 1% probability. The same occurred with the means grouping by Scott-Knott at 5% probability, with the formation of one more group for all descriptors: 10 fruit mass, fruit length average, and fruit pedicel length; which presented a larger number of groups. In the multivariate statistic the optimizing grouping of Tocher was performed for all 137 accesses, with the inclusion of 95% of the accesses in the first group. Regrouping of the group I accesses was chosen, indicating the formation of 19 new groups, showing a large intragroup heterogeneity. 16 groups were formed by the hierarchical UPGMA method, with a cut at approximately 60% from the distance. The first three main components were able to explain 43.68% of the total variation; however, even with low explanation it was possible to observe agreement between the grouping techniques used. ACP was complemented with the projection of CP1, CP2 and CP4. There were no drastic changes, enabling a 7.85% increase in the explanation. The variables with the largest contribution, by the Singh method were plant height and plant canopy diameter; both related to plant size. Based on what was proposed by Julliffe, 14 descriptors were likely to be discarded. The analyses performed

contributed for the generation of information regarding the variability present in the accesses tested with subsidies for further studies of the species assessed.

**KEY WORDS:** morphological assessment, pepper, multivariate techniques, plant breeding.

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de pimenta no Brasil do gênero *Capsicum* spp. vem crescendo muito nos últimos anos, com cultivos tanto em regiões de clima subtropical como tropical (Rufino & Penteado, 2006). Isso contribui para aumento da demanda por novas cultivares que associem resistência às pragas e doenças, qualidade e produtividade, principalmente para atender ao processamento industrial (Bento et al., 2007).

A produção desta hortaliça se adéqua ao modelo de agricultura familiar, com geração de 3 a 4 empregos diretos por hectare/ano, posicionando-se dentro da agricultura como uma cultura de elevada importância econômica (Costa & Henz, 2007b), além de propiciar retorno financeiro que contribui com a fixação do homem no campo.

O Brasil é um importante centro de diversidade para o gênero *Capsicum*, por abrigar tanto espécies domesticadas como semidomesticadas e silvestres (Carvalho et al., 2003), permitindo seu uso em programas de melhoramento genético (Rego et al., 2003). Dentre as espécies domesticadas encontradas em território brasileiro, temos *C. annuum* L. var. *annuum*, *C. baccatum* var. *pendulum* (Wild) Eshbaugh, *C. frutescens* L. e *C. chinense* Jacq.

Merece destaque a espécie *C. chinense* Jacq. por ser considerada como a mais brasileira entre as espécies domesticadas, pois é na Amazônia seu maior centro de diversidade genética (Carvalho & Bianchetti, 2008). Compreende os morfotipos conhecidos como pimenta de cheiro, pimenta de bode, cumari do Pará, murupi, habanero e biquinho. Apresenta ampla variabilidade de formas, cores e tamanho dos frutos, aroma e sabor específicos conferidos por princípios ativos, além de uma peculiaridade específica à espécie, uma constrição localizada entre o cálice e o pedicelo dos frutos que as difere das demais espécies.

O mercado de pimentas no país está sofrendo grandes modificações pela exploração de novas variedades e pelo desenvolvimento de produtos de alto valor agregado como as conservas (ornamentais e/ou de consumo), geléias, molhos e na indústria como tempero de produtos embutidos. No entanto, sua comercialização



principal se concentra nas formas *in natura* no atacado e/ou varejo nas centrais de abastecimento, feiras e supermercados e nas pré-conservas.

Por sua grande importância econômica o estudo de divergência genética é uma ferramenta útil e efetiva para diferenciação de acessos em bancos de germoplasma (Rego et al., 2003), assim como na identificação de genitores adequados à obtenção de híbridos, com maior efeito heterótico (Cruz & Carneiro, 2003).

Os estudos de caracterização e avaliação de germoplasma tornam-se essenciais para a conservação e utilização dos recursos genéticos. Neste momento os descritores botânicos, morfológicos e agronômicos tornam-se ferramentas úteis e de baixo custo, fornecendo informação necessária para estimar a divergência genética entre os indivíduos através da utilização da análise multivariada e suas associações, podendo-se identificar fontes de variabilidade genética e a importância de cada caráter avaliado.

Neste estudo, objetivou-se avaliar a divergência genética de 137 acessos da espécie *Capsicum chinense* Jacq. provenientes de coletas na região sudoeste do estado de Goiás, por meio de descritores morfológicos e técnicas multivariadas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Origem e evolução

As pimentas e pimentões são pertencentes ao gênero *Capsicum*, originárias das Américas e cultivadas no mundo todo (Casali & Couto, 1984). Dentro do gênero são incluídas 31 espécies descritas em domesticadas, semi-domesticadas e silvestres (Pozzobon et al. 2006; Moscone et al., 2007) que de acordo com Hunziker (2001) são distribuídas em quatro centros de origem, sendo 1) faixa sul dos EUA até o oeste da América do Sul (12 spp.), 2) nordeste do Brasil e costa da Venezuela (1 spp.), 3) costa leste do Brasil (10 spp.) e 4) região central da Bolívia e do Paraguai e norte e centro da Argentina (8 spp.).

Barboza e Bianchetti (2005) descreveram e ilustraram 3 novas espécies de *Capsicum* de ocorrência na costa leste do Brasil, a *Capsicum pereirae* (Espírito Santo e Minas Gerais), *Capsicum friburgense* (endêmica de a uma restrita área de Nova Friburgo, Rio de Janeiro) e *Capsicum hunzikerianum* (São Paulo), totalizando assim 34 espécies descritas para o gênero.

Diversos relatos sugerem que as pimentas estão entre as mais antigas plantas cultivadas nas Américas, e os vestígios arqueológicos indicam que *C. annuum* em particular, foi utilizada pelo homem antes mesmo do advento da agricultura (Pickersgill, 1969). Outros registros arqueológicos indicam que o gênero *Capsicum* já vinha sendo consumido há pelo menos 8.600-5.600 a.C. nas regiões andinas do Peru, e há 6.500-5.500 a.C. no México (Nuez-Viñals et al., 1998). Juntamente com os gêneros *Phaseolus* (feijão) e *Cucurbita* (abóboras), as pimentas faziam parte das primeiras plantas a serem domesticadas nas Américas (Nascimento Filho et al., 2007).

O Brasil é um importante centro de diversidade para o gênero, já que aqui se encontram representantes nos três níveis de domesticação (Carvalho et al., 2003), e um centro de diversidade secundário de espécies domesticadas de *Capsicum*, podendo-se observar considerável diversidade em *Capsicum annuum* var. *annuum*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum bacatum* var. *pendulum* e *Capsicum chinense*.

A *Capsicum chinense* possui seu maior centro de diversidade na Bacia Amazônica (Moscone et al., 1995). Bianchetti (1996) relatou a existência de um centro de diversidade no Rio de Janeiro, sendo composto pelo maior número de táxons silvestres do gênero *Capsicum*.

Os indígenas americanos domesticaram (ou submeteram a domesticação) muitas plantas autóctones das Américas, entre as quais as pimentas (Carvalho & Bianchetti, 2008), isso tudo graças à mudança do hábito nômade para o sedentário do homem na história, devido à necessidade de fonte segura de alimentação. Iniciou-se assim, o processo de cultivo das culturas, e conseqüentemente sua domesticação. Para as pimentas, a domesticação resultou em mudanças nos frutos, particularmente, que eram pequenos, eretos, decíduos e vermelhos e se tornaram maiores, pendentes, não decíduos e com uma grande diversidade de cores (Luz, 2007).

## 2.2 Gênero *Capsicum*

Segundo Bosland & Votava (1999), o gênero *Capsicum* e suas espécies se enquadram na seguinte taxonomia:

Reino: Plantae  
Divisão: Magnoliophyta  
Classe: Magnoliopsida  
Ordem: Solanales  
Família: Solanaceae  
Gênero: *Capsicum*

Na tabela 1, encontram-se as espécies domesticadas e semidomesticadas do gênero *Capsicum* de ocorrência no Brasil (Carvalho & Bianchetti, 2008).

Dentre as pimentas domesticadas, temos a espécie *C. annuum* L. var. *annuum*, que engloba tipos diferentes como os pimentões, além das pimentas doce para páprica, como também os tipos picantes jalapeño e cayenne. *C. baccatum* var. *pendulum* (Wild) Eshbaugh tem como representantes as pimentas cambuci e dedo-de-moça, sendo esta última muito difundida no consumo fresco, em molhos e conserva, e também na fabricação da pimenta desidratada, conhecida como

calabresa. *C. frutescens* L., são pimentas extremamente pungentes, temos a malagueta, uma das mais conhecidas e consumidas pimentas no Brasil e a “tabasco”, mundialmente difundida. *C. chinense* Jacq, compreende as pimentas conhecidas como pimenta de cheiro, pimenta bode, cumarí do Pará, murupi, habanero e biquinho (Carvalho & Bianchetti, 2008).

**Tabela 1.** Espécies e variedades do gênero *Capsicum* encontradas no Brasil, de acordo com o grau de domesticação.

<b>Espécies domesticadas</b>	<b>Espécies semidomesticadas</b>
<i>C. annuum</i> L. var. <i>annuum</i>	<i>C. annuum</i> var. <i>glabriusculum</i> (Dunal) Eshbaugh & Smith
<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> (Wild) Eshbaugh	<i>C. baccatum</i> L. var. <i>baccatum</i>
<i>C. chinense</i> Jacquin	<i>C. baccatum</i> L. var. <i>praetermissum</i> (Heiser & Smith) Hunziker
<i>C. frutescens</i> L.	<i>C. chinense</i> Jacquin
	<i>C. frutescens</i> L
	<i>C. cardenasii</i> Heiser & Smith
	<i>C. chacoense</i> Hunziker
	<i>C. eximium</i> Hunziker
	<i>C. tovari</i> Eshbaugh, Smith & Nickrent

Adaptado de Botânica e Recursos Genéticos. Pimentas *Capsicum*, 2008.

As pimenteiras apresentam flores hermafroditas e sistema reprodutivo do tipo autofecundação. Entretanto, os níveis de polinização cruzada variam entre e dentro das espécies. Estudos tem mostrado que a polinização cruzada pode ocorrer em uma faixa de 2 a 90% (Tanksley, 1984), o que possibilita colocá-las no grupo intermediário entre alógamas e autógamias. Nas espécies domesticadas, o estigma se encontra no mesmo nível das anteras aumentando a possibilidade de autopolinização, enquanto que nas espécies selvagens o estigma está acima das anteras facilitando a fecundação cruzada (Casali & Couto, 1984). A autoincompatibilidade observada neste gênero está restrita à apenas algumas espécies ou exemplares centralizados na Bolívia e áreas adjacentes (Pickersgill, 1991).

Costa et al. (2008) em trabalho com polinização e fixação de frutos em cinco genótipos de *C. chinense* Jacq., dois do morfotipo murupi e três do morfotipo pimenta de cheiro, observaram que a polinização natural na espécie é eficiente, não

apresenta alta dependência de agentes polinizadores e que os genótipos apresentam o comportamento de plantas autógamas.

**Tabela 2.** Características morfológicas para a identificação das espécies domesticadas de *Capsicum*.

<b>Espécie</b>	<b>Características morfológicas</b>
<b><i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i></b>	Geralmente apresenta uma flor por nó, raramente mais de uma e ocasionalmente fasciculadas. Na antese, os pedicelos podem ser eretos, pendentes ou inclinados. A corola é branca (raramente violeta), sem manchas na base dos lobos das pétalas. As anteras são geralmente azuladas. Os cálices dos frutos maduros são pouco dentados e não possuem constrição anelar na junção do pedicelo. Os frutos são de várias cores e formas, geralmente pendentes, persistentes, com polpa firme; as sementes são cor de palha.
<b><i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i></b>	As flores se apresentam em número de uma a duas. Na antese, os pedicelos são geralmente eretos. A corola é branca e sempre apresenta um par de manchas amareladas ou esverdeadas na base de cada lobo das pétalas. As anteras são amarelas. Os cálices dos frutos maduros são evidentemente dentados e não possuem constrição anelar na junção do pedicelo. Os frutos são de várias cores e formas, geralmente pendentes, persistentes, com polpa firme; as sementes são cor de palha.
<b><i>C. chinense</i></b>	As flores se apresentam em número de duas a cinco por nó (raramente solitárias). Na antese, os pedicelos são geralmente inclinados ou pendentes, porém, podem se apresentar eretos. A corola é branca esverdeada sem manchas (raramente branca ou com manchas púrpuras) e com lobos planos (que não se dobram). As anteras são geralmente azuis, roxas ou violetas. Os cálices dos frutos maduros são pouco dentados e, tipicamente, apresentam uma constrição anelar na junção com o pedicelo. Os frutos são de várias cores e formas, geralmente pendentes, persistentes, com polpa firme; as sementes são cor de palha.
<b><i>C. frutescens</i></b>	As flores se formam em número de uma a três por nó (ocasionalmente fasciculadas). Na antese, os pedicelos são tipicamente eretos. A corola é branca esverdeada, sem manchas e, geralmente, os lobos dobram-se para trás. As anteras são geralmente azuis, roxas ou violetas. Os cálices dos frutos maduros são pouco a não dentados e não apresentam constrição anelar na junção com o pedicelo. Os frutos geralmente são vermelhos, cônicos, eretos, parede muito delgada, com polpa mole; as sementes são cor de palha e mais espessas no hilo.

Fonte: Embrapa Hortaliças - Adaptado Costa & Henz (Org.) (2007a).

Para a distinção entre as espécies e variedades de pimentas, os taxonomistas utilizam principalmente as flores e suas características morfológicas como posição e coloração de corola, o cálice dos frutos, presença e/ou ausência de constrição anelar, cor e forma dos frutos, também são caracteres muito utilizados (Costa e Henz (Org.) (2007a), como mostra a tabela 2, Temos ainda disponível uma chave de identificação de espécies e variedades domesticadas e semidomesticadas do gênero *Capsicum* de ocorrência no Brasil, que conta com ilustrações para a

facilitação do trabalho de identificação, conforme publicado em Carvalho & Bianchetti (2008).

### **2.2.1 A espécie *Capsicum chinense* Jacq.**

É representada pelas pimentas conhecidas como pimenta de cheiro, pimenta de bode, cumari do Pará, murupi, habanero e biquinho. A sua denominação foi conferida pelo holandês Kikolaus von Jacquinomist, e surgiu de um equívoco, pois pensava-se que esta espécie era originária da China, mas na época da determinação já havia relatos de que as espécies de *Capsicum* tinham como centro de origem o Ocidente (Bosland & Votava, 1999).

Segundo Carvalho & Bianchetti (2008) a espécie pode ser considerada como a mais brasileira dentre as espécies domesticadas, consequência da sua domesticação pelos índios, por se tratar da Bacia Amazônica o seu local de maior diversidade genética, sendo possível na região de maior diversidade encontrar espécies semidomesticadas e até silvestres.

Fonseca (2006) reforça a idéia que a Amazônia é um importante centro de diversidade do gênero *Capsicum*, especialmente da espécie *Capsicum chinense* Jacq, embora nas últimas décadas a degradação do gênero devido a ação antrópica tenha sido intensa. Reifschneider (2000) afirma que a espécie é encontrada também nas regiões Centro Oeste e Nordeste brasileiro. Especialmente nos estados do centro oeste brasileiro, merecem destaque as pimentas “tipo bode” e “pimenta de cheiro”, ambas amplamente utilizadas na culinária goiana, como tempero, além do seu comércio em pré-conservas e conservas.

Smith e Heiser (1957) relatam que a espécie *Capsicum chinense* Jacq caracteriza-se por ter folhas e ramos glabros, folhas ovada a ovado-lanceoladas, largas, macias ou rugosas, de tonalidade variando do verde claro ao escuro. As flores aparecem de três a cinco por nó. Com pedicelo pendente, raramente ereto, relativamente curto, o cálice não é dentado, e possui uma forte constrição em sua base. A corola verde amarelada é raramente esbranquiçada, medindo de 0,5 a 1,0 cm de comprimento, anteras azuis, púrpuras ou amareladas, os frutos podem variar de 1,0 a 13,0 cm de comprimento, com formas variadas, de esféricos a alongados,

com diversidade de cores, por exemplo, salmão, laranja, amarela, vermelha ou marrom. A espécie possui ainda uma peculiaridade em relação às outras espécies, a presença de uma constrição anelar, localizada no cálice com a sua união com o pedicelo do fruto (Carvalho & Bianchetti, 2008; Nuez-Vinãls et al., 1998).

Vale ressaltar que os frutos desta espécie apresentam uma enorme variabilidade de tamanho, forma e cor, com diferentes intensidades indo desde o amarelo até o vermelho, quando maduros (Lannes et al., 2007; Reifschneider, 2000), o que implica em uma ampla variabilidade genética para a espécie em questão. Destacam-se também pela ampla adaptação as condições tropicais (clima quente e úmido), principalmente por apresentar melhores níveis de resistência as principais doenças tropicais, do que os verificados com outras espécies (Carvalho et al., 2006).

#### **2.2.1.1 Pimenta Bode**

Esta pimenta é segundo Reifschneider (2000) muito comum na Região Centro Oeste do país. Especialmente utilizada na culinária goiana como tempero de diversos pratos, além do uso em conservas e molhos. Seus frutos são arredondados ou achatados, com cerca de 1 cm de diâmetro, coloração variando do vermelho ao amarelo. Possui pungência elevada e aroma característico que permite sua diferenciação das demais pimentas, sendo por essa razão a preferida dentre os consumidores que a apreciam.

#### **2.2.1.2 Pimenta de cheiro**

Cultivada principalmente nas regiões Centro Oeste e Norte do país, como tempero de arroz, saladas e peixes. Especialmente apreciada por seu aroma forte e característico com pungência ausente ou suave, porém podemos encontrar frutos com pungência alta (Carvalho et al., 2003). Os frutos apresentam grande variabilidade de formato e tamanho, medindo de 1,5 a 4 cm de comprimento e de 1 a 3 cm de largura. Coloração variando entre o amarelo, salmão, vermelho e marrom escuro.

### **2.2.1.3 Cumari do Pará**

Comum nos estados do Pará e Amazonas, porém o seu consumo se estende até Goiás e Minas Gerais, principalmente na forma de conservas. São frutos aromáticos e muito picantes, de formato ovalado a triangular, com cerca de 3 cm de comprimento e 1 cm de largura e de coloração amarela (Carvalho et al., 2006). Facilmente confundida com a pimenta cumari verdadeira, no entanto, trata-se de outra espécie (*Capsicum baccatum* var. *praetermissum*), possuindo frutos pequenos, vermelhos quando maduros, muito picantes e pouco aromáticos.

### **2.2.1.4 Biquinho**

É cultivada principalmente na região do Triângulo Mineiro e atualmente no estado de Goiás. Apreciada por apresentar frutos doces, extremamente saborosos e aromáticos. Seus frutos são pequenos com 2,5 a 2,8 cm de comprimento e 1,5 cm de largura, de formato triangular com ponta bem pontiaguda, com coloração vermelha (Carvalho et al., 2006).

### **2.2.1.5 Murupi**

Tradicionalmente consumida na Região Norte do país, especialmente comercializada em feiras, *in natura* ou preparada artesanalmente, como molho de pimenta, a partir do tucupi ou em conservas a base de vinagre, óleo e soro de leite (Carvalho et al., 2003). Possui característico aroma e sabor picante. Seus frutos são alongados e verdes quando imaturos e quando maduros apresentam-se amarelo pálido ou amarelo vivo. A superfície dos frutos é extremamente enrugada.

### **2.2.1.6 Habanero**

Não é originária do Brasil, mas da península de Yucatã, entre o México e Belize, mas foi recentemente introduzida no país. Predomina-se o consumo *in natura*. Com frutos variando de marfim, amarelo, laranja, vermelho ou roxo, são



retangulares, medindo de 2 a 6 cm de comprimento e 2 a 4 cm de largura. É considerada como uma das mais picantes pimentas do mundo (Carvalho et al., 2006).

### **2.3 Capsaicina**

As pimentas são muito utilizadas na culinária brasileira e mundial, por fornecerem sensações picantes e de calor, uma característica peculiar ao gênero *Capsicum*, devido a componentes químicos, capazes de estimular as papilas gustativas da boca.

Esses componentes químicos são denominados capsaicinóides, que segundo Kosuge & Murata (1970) são os responsáveis pela sensação de pungência em frutos do gênero, formado por um grupo de mais de 12 alcaloides, onde a capsaicina e a dihidrocapsaicina são responsáveis por mais de 90% da pungência. Bontempo (2007) relata ser a capsaicina o princípio ativo mais importante entre os alcalóides.

Os capsaicinóides são sintetizados pela via do ácido cinâmico e sua degradação é auxiliada pela ação da peroxidase (Contreras-Padilha & Yahia, 1998). Sua biossíntese ocorre na placenta dos frutos, cujas células epidérmicas especializadas acumulam nos vacúolos e secretam esses alcalóides nas sementes e na superfície interna do pericarpo (Cisneros-Pineda et al., 2007). Assim é na placenta dos frutos o local de maior concentração de capsaicinóides, que são liberados após os frutos sofrerem qualquer dano físico.

As diferenças entre a pungência dos frutos, desde os doces ou menos picantes, como ocorre nos pimentões e na pimenta biquinho, até em frutos extremamente pungentes como nos frutos de pimenta Habanero e a brasileira malagueta, segundo relata Bosland (1993) é resultado da combinação e da concentração dos compostos capsaicinóides presentes nos frutos e essa quantidade de capsaicinóides acumulados nos frutos são influenciadas pelas condições ambientais, manejo da cultura e idade do fruto.

A concentração de capsaicina dos frutos de pimenta é o determinante da pungência, que é usualmente medida por um teste denominado Teste organoléptico Scoville, nome dado em homenagem a Wilbur Scoville. Atualmente o teste é

realizado pela cromatografia líquida de precisão (HPLC), e sua medida dada em Unidades de calor Scoville (SHU), como mostra a tabela 03.

**Tabela 3.** Teor de capsaicinóides encontrados em genótipos de pimenta da coleção da Embrapa Hortaliças, 1999.

Genótipo	Picância	Capsaicinóides totais (SHU)
Pimenta Cambuci ( <i>C. baccatum</i> )	Doce	0
Pimentão cv. Apolo ( <i>C. annuum</i> )	Doce	0
Pimenta “panca” Peru ( <i>C. chinense</i> )	Baixa	8.690
Pimenta redonda vermelha ( <i>C. baccatum</i> )	Baixa	10.510
Pimenta “Jalapeño” ( <i>C. annuum</i> )	Média	34.590
Pimenta de cheiro ( <i>C. chinense</i> )	Média	47.180
Pimenta alongada vermelha ( <i>C. baccatum</i> )	Alta	81.600
Pimenta de bode ( <i>C. chinense</i> )	Alta	105.500
Pimenta malagueta ( <i>C. frutescense</i> )	Muito alta	156.730
Pimenta de passarinho ( <i>C. chinense</i> )	Muito alta	219.020

Fonte: Adaptado Reifschneider, 2000.

A capsaicina e dihidrocapsaicina são consideradas os capsaicinóides mais pungentes, com um valor equivalente de  $16,1 \times 10^6$  Unidades de calor Scoville (SHU) (Krajewska & Powers, 1988; Dong, 2007).

Estudos recentes mostram o uso da capsaicina em diversos ramos da medicina, como no controle de altos níveis de colesterol, dores de cabeça e doenças reumáticas como a artrite. Atribuem-se aos capsaicinóides serem efetivos antioxidantes e antibacterianos.

## 2.4 Importância econômica

As pimentas fazem parte da dieta de cerca de um quarto da população mundial, sendo os principais países produtores a China e México (Teixeira, 1996). No Brasil, as principais regiões produtoras são Sudeste e Centro- Oeste, e os principais estados Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará e Rio Grande do Sul.

São cultivadas anualmente cerca de treze mil ha de pimentas e pimentões no país, gerando uma produção estimada em 280 mil toneladas, sendo 2.000 ha, ocupados com pimentas doces e picantes (Reifschneider et al., 1998; Henz, 2004).

O cultivo da pimenta no Brasil se ajusta perfeitamente ao modelo de agricultura familiar e de integração pequeno agricultor–indústria, pois em sua maioria as pimentas são cultivadas em pequenas unidades familiares e com baixo uso de insumos (Reifschneider & Ribeiro, 2008). Segundo a Embrapa Hortaliças, desde o preparo do solo até a colheita usa-se de três a quatro empregos diretos, gerando uma renda bruta variável de 4 a 12 mil reais  $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ . Rufino & Penteado (2006) descrevem que o mercado de pimentas proporciona grandes perspectivas e potencialidades, pela versatilidade de suas aplicações culinárias, industriais, medicinais e ornamentais.

O mercado brasileiro é influenciado pelos hábitos alimentares e preferências pelos tipos de pimenta de cada região, segundo Reifschneider (2000) a popularidade de espécies que compõem o gênero *Capsicum* é atribuída às características como coloração e sabor dos frutos, sendo a pungência, uma das características que mais atraem os consumidores.

Tipicamente é o caso da região sudoeste do estado de Goiás, onde preferencialmente as pimentas “tipo bode” e “pimenta de cheiro” são as mais consumidas. Abrangendo a região Centro Oeste, tradicionalmente são cultivadas e consumidas as pimentas “tipo bode”, malagueta, cumari do Pará, dedo de moça e pimenta de cheiro.

Grande parte da pimenta após a colheita é armazenada pelos agricultores em solução pré-conserva de água, sal e às vezes vinagre, durante alguns meses, até obter quantidade suficiente para comercialização. Na forma *in natura*, as pimentas são comercializadas como as demais hortaliças no atacado e/ou varejo em centrais de abastecimento, feiras e supermercados. O mercado de pimentas processadas é bem diversificado, apresentando-se em formas de molhos, geléias, conservas próprias para consumo e ornamentação, uma produção mais técnica e aprimorada industrialmente como a páprica, calabresa desidratada e pasta de pimenta tipo exportação, e alguns produtos farmacêuticos como o emplastro.

## **2.5 Melhoramento genético**

Há uma grande necessidade de novas cultivares de pimentas que associem resistência às principais pragas e doenças a qualidades organolépticas e à produtividade, principalmente para atender ao setor agroindustrial (Bento et al., 2007), pois o Brasil nunca atingiu a relevância dada à outra espécie de *Capsicum*, o pimentão (Luz, 2007). No mercado nacional encontramos disponíveis para comercialização sementes de pimenta e pimentão de diferentes empresas, havendo predominância de híbridos para os pimentões e variedades para as pimentas.

Quanto ao mercado consumidor do gênero, atenção especial deve ser dada à alguns caracteres importantes como formato do fruto, textura da epiderme e grau de pungência (ardência) e aroma, que direcionará a forma e a região em que a pimenta será consumida. Como exemplo pode-se citar os frutos maduros, pequenos e redondos são preferencialmente consumidos na região nordeste, enquanto finos e alongados na região sudeste (Reifschneider, 2000).

## **2.6 Análise multivariada e divergência genética.**

Em programas de melhoramento de plantas, um dos pontos fundamentais de sucesso é a escolha dos pais para a obtenção de populações de ampla base genética, onde a seleção atuará. Para isso, é necessária a combinação de uma alta média e uma ampla divergência genética para a característica em estudo e de interesse.

A divergência genética entre variedades ou populações é em geral desconhecida e o meio mais comumente usado para determinar o seu nível, empiricamente, é pelo cruzamento entre esses materiais (Hallauer & Miranda Filho, 1981), o que desprende a realização de um grande número de cruzamentos manuais e principalmente a condução de experimentos envolvendo um grande número de progenitores. Esse fato pode gerar insuficiente diversidade genética entre os genitores utilizados nos cruzamentos e assim, redução da variabilidade genética dos caracteres quantitativos. Em razão disso, o progresso do melhoramento com as características selecionadas pode ser limitado (Borém & Miranda, 2005). Para contornar estes tipos de problemas o estudo da diversidade genética através de técnicas que permitem o agrupamento de genótipos que apresentam certo grau de

similaridade pode ser muito útil, direcionando assim, cruzamentos capazes de gerar maior variabilidade.

Uma medida de divergência genética entre essas populações que possa ser obtida antes que os cruzamentos sejam efetuados permite ao melhorista concentrar esforços naquelas combinações que apresentem maiores chances de sucesso (Maluf & Ferreira, 1983). Uma maneira para a predição da divergência genética é aquela que relaciona as diferenças dos pais com o desempenho dos híbridos e é avaliada por medidas de similaridade ou de dissimilaridade (Ferreira, 1993).

Estudos que envolvem a divergência de plantas perenes têm sido realizados, frequentemente, com base em descritores botânicos, morfológicos e agrônômicos, por não apresentarem custos elevados (Dias et al., 1997), pois possibilita obter inferências sobre a capacidade específica de combinação, e, conseqüentemente, da heterose, sem a utilização de cruzamentos (Ferreira et al., 1995). Assim os melhoristas podem concentrar seus esforços somente nas combinações mais promissoras, pois a heterose manifestada nos cruzamentos está diretamente relacionada à divergência genética entre seus pais (Falconer, 1981).

Uma metodologia bastante utilizada para se estimar a divergência genética são as técnicas de análise multivariada, ou associações entre elas, como por exemplo, as variáveis canônicas e distâncias multivariadas (Cruz & Carneiro, 2003). A utilização destas técnicas permite ao melhorista que a avaliação do material genético seja feita sobre um conjunto de características que combina as múltiplas informações contidas na unidade experimental, sendo assim, possibilite a seleção de materiais mais promissores e avaliação da sua divergência, levando em consideração a contribuição e a importância relativa dos caracteres para a variância total existente entre as populações (Oliveira, 1989).

Dentre as técnicas, a análise de agrupamento tem por finalidade reunir, por algum critério de classificação pré-determinado, as unidades amostrais em vários grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre os grupos (Cruz & Carneiro, 2003). A análise de agrupamento permite uma avaliação da similaridade (ou dissimilaridade) entre objetos levando em consideração várias características concomitantemente (Sartorio, 2008).

Podem-se citar os agrupamentos hierárquicos, aglomerativos ou ascendentes, onde cada indivíduo é tomado, inicialmente, como um grupo, totalizando  $n$  grupos. Os grupos mais próximos são reunidos, sucessivamente, segundo algum critério, até que finalmente todos os indivíduos formem um único grupo (Manly, 1986).

Na metodologia de agrupamento de otimização de Tocher, o primeiro grupo é formado a partir da matriz de dissimilaridade, onde se identifica o par de indivíduos mais próximo geneticamente. A partir daí, a inclusão de um novo indivíduo neste grupo inicial ou a formação de um segundo grupo é dependente do critério que a distância média intragrupo seja inferior a qualquer distância intergrupo. A inclusão de um novo indivíduo sempre acarreta um acréscimo na distância média intragrupo, assim, a decisão de incluí-lo depende desse acréscimo não superar um determinado limite estabelecido. Em geral, este limite é tomado como sendo o valor máximo de distância, no conjunto das menores distâncias de cada indivíduo (Cruz & Regazzi, 1997).

O método dos Componentes Principais, que segundo Cruz & Regazzi, (1997), é um instrumento útil na identificação de descritores com maior conteúdo informativo para a caracterização de germoplasma e melhoramento genético, podendo fornecer informação que possibilite a eliminação de caracteres que pouco contribuem para a variação total disponível. Esta análise consiste em transformar um conjunto original de variáveis em outro de dimensão equivalente, mas com propriedades importantes, que são de grande interesse no estudo do melhoramento. Cada componente principal é uma combinação linear das variáveis originais. Além disso, são independentes entre si e estimados com o propósito de reter, em ordem de estimação, o máximo da informação, em termos de variação total, contida nos dados iniciais (Cruz & Regazzi, 1997).

É interessante em trabalhos de melhoramento possuir materiais divergentes e que sejam agrupados em diferentes grupos quando utilizado alguma técnica de agrupamento, neste sentido, relata Benin et al. (2002) que genótipos reunidos em grupos mais distantes dão um indicativo de serem dissimilares, podendo ser considerados promissores em cruzamentos artificiais.

Dentro desta realidade, inúmeros são os trabalhos desenvolvidos com o emprego da técnica multivariada nas mais diversas espécies vegetais, com o intuito de permitir que o melhorista obtenha eficiência nos programas de melhoramento, diminuindo o tempo de obtenção de materiais mais promissores e reduzindo os custos.

Dentro do gênero *Capsicum* verifica-se o emprego da análise multivariada para avaliar a divergência genética entre os acessos, nos trabalhos de Sudré et al. (2005) com 11 descritores quantitativos e utilização das variáveis canônicas, método hierárquico do vizinho mais próximo, método de otimização de Tocher e projeção das distâncias no plano; Sudré et al. (2006), utilizaram agrupamento pelo método de otimização de Tocher e hierárquico do Vizinho mais próximo, projeção das distâncias no plano e análise discriminante de Anderson com base em variáveis multicategóricas e Bento et al. (2007) fizeram uso da técnica dos componentes principais, método de otimização de Tocher e agrupamento hierárquico do vizinho mais próximo.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Coletas dos acessos**

Cento e trinta e sete acessos foram obtidos através de expedições de coleta em cidades localizadas no Sudoeste goiano, além de um acesso pertencente ao estado de Mato Grosso, totalizando 14 cidades. De cada planta identificada e georeferenciada no campo, foram coletados vinte frutos maduros que eram devidamente identificados e enviados ao laboratório para extração de sementes.

No momento da coleta algumas informações foram obtidas da planta matriz de cada acesso, como nome vulgar, aparência do dossel, origem da planta, cor das flores e frutos, forma dos frutos e no ponto de coleta foram obtidos os dados das coordenadas geográficas, cidade, coletores e data, perfazendo o passaporte de coleta.

Pelo processo manual as sementes foram extraídas dos frutos e colocadas para secar a sombra e temperatura ambiente por 72 horas. Logo após, foram embaladas e mantidas em local refrigerado até o momento da semeadura.

#### **3.2 Semeadura**

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Goiás – Campus Jataí, localizada na região sudoeste do estado de Goiás, latitude de 17°53´S, longitude de 51°44´W, altitude média de 696 m e clima Awa, tropical úmido de Savana, mesotérmico, com chuva no verão e seca no inverno, segundo classificação de Köppen.

A semeadura ocorreu no mês de novembro de 2009 em casa de vegetação. Foram utilizadas bandejas de poliestireno expandido com 128 células e substrato comercial Plantmax®. Neste estágio de desenvolvimento da pimenteira, a água foi suprida pelo método de irrigação por aspersão, com três turnos de irrigação diários (manhã, meio dia e tarde).

#### **3.3 Transplante das mudas**



Aos sessenta dias após semeadura, as mudas foram transplantadas para casa de vegetação em vasos de oito litros de solo, no delineamento em blocos completos casualizados, com quatro repetições, sendo cada parcela constituída por um vaso com uma planta.

O solo utilizado para o enchimento dos vasos foi um Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa. Foi realizada a peneiragem do solo e logo após adubação com 2g.kg<sup>-1</sup> de solo de Yoorin Master<sup>®</sup>, que perfaz uma quantidade de 0,35g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,36g de Ca, 0,14g de Mg, 0,002g de B, 0,001g de Cu, 0,003g de Mn, 0,2g de Si e 0,011g de Zn por kg de solo. Não houve necessidade de aplicação de calcário conforme análise química do solo (Tabela 4).

**Tabela 4.** Análise química do solo. Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011.

pH	(cmolc dm <sup>-3</sup> )						(mg dm <sup>-3</sup> )	g kg <sup>-1</sup>	(cmolc dm <sup>-3</sup> )				
	(H <sub>2</sub> O)	H+Al	Al	Ca	Mg	Ca+Mg	K		K	P	MO	SB	CTC
7,6	0,82	0,0	3,88	0,43	4,31	0,065	25,5	0,34	19,74	4,38	5,20	84,22	
Complexo adsorvente													
Relações		(CTC)					Análise textural (%)						
Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	K	Ca	Mg	Al	A.G	A.F	Silte	Argila			
9,0	59,3	6,6	1,3	74,7	8,3	0,0	4,70	14,35	28,25	52,70			

A.G – areia grossa; A.F – areia fina.

### 3.4 Tratos culturais

Durante o cultivo realizou-se aplicações mensais de nutrientes (P e K) e quinzenais de inseticidas e fungicidas, conforme as recomendações feitas por Filgueira (2000). A irrigação foi realizada automaticamente a cada três horas pelo método do gotejamento. A demanda diária de água, também chamada de evapotranspiração, foi definida com base nas condições climáticas e estágio de desenvolvimento da cultura, podendo variar de 3 a 10 mm dia<sup>-1</sup> no pico de demanda da cultura com base em Marouelli & Silva (2007).

### 3.5 Caracterização morfológica

Para a caracterização morfológica foram considerados vinte e cinco descritores (tabela 5), tendo como referência a listagem recomendada por *International Plant Genetic Resources Institute* (1995).

Fotos e exsiccatas dos 137 acessos utilizados na casa de vegetação foram coletadas e enviadas para uma correta identificação na Embrapa Hortaliças – Brasília, como pode ser visualizado no Apêndice A.

### **3.6 Análise de pungência dos frutos**

A metodologia de análise de pungência dos frutos baseou-se em métodos colorimétricos. Batchelor & James (2000) identificaram o pico de absorbância característico da capsaicina, sendo no comprimento de onda de 280 nm o indicador da presença de capsaicinóides.

As pimentas foram secas em estufa a 40°C por 24 horas em béqueres. Logo em seguida, foram transferidas para erlenmeyers com 50 ml de hexano, lacrados e armazenados sem contato com a luminosidade, durante 48 horas, até a completa extração dos capsaicinóides. Logo após os extratos foram analisados em espectrofotômetro SSP-220 em 280 nm. Os valores fornecidos foram em ABS/g, fornecendo um indicativo da quantidade de pungência dos frutos.

### **3.7 Análise de variância univariada**

Para os vinte e cinco descritores dos acessos em estudo efetuou-se a análise estatística univariada, com a obtenção dos respectivos quadrados médios. Analisou-se a significância pelo teste F, e posteriormente agruparam-se pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade os acessos para cada variável.

Procedeu-se a formação de grupos em relação aos teores de capsaicina dos frutos pelo agrupamento da frequência de classes. Para determinação do número de classes utilizando os escores relativos aos valores de absorbância por grama do fruto de pimenta, foi adotada a raiz quadrada do número de observações (número de acessos), conforme Fonseca & Martins (1982).

**Tabela 5.** Descritores utilizados para a caracterização morfológica. Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011.

<b>Altura da planta</b>	<b>ALT</b>	(cm) – medido do nível do solo à inserção da gema apical, no amadurecimento do primeiro fruto.
<b>Altura 1ª bifurcação</b>	<b>ALT1ªB</b>	(cm) – medido do nível do solo a inserção da primeira bifurcação, medida imediatamente após a primeira colheita.
<b>Cor do talo</b>	<b>CRTALO</b>	estabelecido a partir de uma escala de cores de 1 a 4, discriminada da seguinte forma: (1) verde, (2) verde com rajadas púrpura, (3) roxo e (4) outro.
<b>Comprimento pedúnculo</b>	<b>CMPED</b>	(mm) – média do comprimento de 10 pedúnculos/planta.
<b>Comprimento do fruto</b>	<b>CMFRU</b>	(mm) – média do comprimento de 10 frutos maduros/planta.
<b>Cor do fruto</b>	<b>CRFRU</b>	estabelecido através de escala de 1 a 15, discriminada da seguinte forma: (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) violeta, (11) marrom, (12) preto, (13) amarelo, (14) amarelo pálido e (15) salmão.
<b>Comprimento corola</b>	<b>CMCOR</b>	(mm) – média de 10 pétalas
<b>Comprimento folha madura</b>	<b>CMFOL</b>	(mm) – média de 10 folhas maduras quando iniciado o amadurecimento dos frutos.
<b>Diâmetro do dossel</b>	<b>DDOS</b>	(cm) – medido imediatamente após a primeira colheita, no ponto mais largo da copa.
<b>Diâmetro da haste</b>	<b>DHAS</b>	(mm) – medido da parte média da haste abaixo da primeira bifurcação, tomada imediatamente após a primeira colheita.
<b>Espessura parede do fruto</b>	<b>EPF</b>	(mm) – média da espessura da parede de 10 frutos maduros na segunda colheita, medido no ponto de maior largura.
<b>Forma do pedúnculo</b>	<b>FPED</b>	estabelecido a partir de uma escala de 1 a 4 discriminado da seguinte forma: (1) ereto com orientação para cima, (2) semi pendente, (3) pendente e (4) ereto com orientação para abaixo.
<b>Forma do fruto</b>	<b>FFRU</b>	estabelecido através de escala de 1 a 6 discriminada da seguinte forma: (1) alongado, (2) arredondado, (3) triangular, (4) campanulado, (5) retangular e (6) outro.
<b>Largura do fruto</b>	<b>LFRU</b>	(mm) – média da largura de 10 frutos maduros.
<b>Largura do pedúnculo</b>	<b>LPED</b>	(mm) – média da largura de 10 pedúnculos.
<b>Largura folha madura</b>	<b>LFOL</b>	(mm) - média da medida de 10 folhas maduras quando iniciado o amadurecimento dos frutos.
<b>Massa de 10 frutos</b>	<b>M10FRU</b>	(g) – média da massa de 10 frutos maduros sem sementes
<b>Nº sementes/fruto</b>	<b>NSF</b>	média do número de sementes de 10 frutos.
<b>Nº de lóculos</b>	<b>NL</b>	média do número de lóculos de 10 frutos.
<b>Nº dias frutificação</b>	<b>NDFRUT</b>	medido da semeadura até o início do amadurecimento dos frutos na primeira e segunda bifurcação.
<b>Nº dias florescimento</b>	<b>NDF</b>	medido da semeadura até a abertura da primeira flor
<b>Nº ramificações</b>	<b>NR</b>	número de ramos laterais abaixo da primeira bifurcação, após a primeira colheita
<b>Peso de 100 sementes</b>	<b>P100SEM</b>	(g) – média do peso de sementes de 10 frutos maduros.
<b>Superfície do fruto</b>	<b>SFRU</b>	estabelecido a partir de uma escala de 1 a 5 discriminada da seguinte forma: (1) liso, (2) semi rugoso, (3) rugoso, (4) liso com estrias e (5) semi rugoso com estrias.
<b>Tamanho da semente</b>	<b>TSEM</b>	(mm) – média de 10 sementes selecionadas ao acaso

### 3.8 Análise de divergência genética através de técnicas multivariadas

A divergência genética foi estimada pela análise de agrupamento, consistindo na obtenção da matriz de dissimilaridade pela distância euclidiana média

padronizada. Essa distância foi obtida a partir das médias dos acessos para cada descritor e das matrizes de covariância e variância.

Os métodos de agrupamento utilizados foram o de otimização de Tocher (Rao, 1952) e UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) que verifica o comportamento gráfico dos acessos no dendrograma. Esta técnica tem como critério para fusão de duas unidades de agrupamento a média das distâncias entre todos os pares de indivíduos formados entre as duas unidades (Oliveira, 1989). Assim, o critério de proximidade entre dois grupos, representa a distância média entre os pares de indivíduos destes grupos.

Utilizou-se o método dos Componentes Principais como agrupamento dos acessos e como indicativo de descarte de possíveis descritores, além do método de seleção direta proposta por Jolliffe (1972, 1973).

Obteve-se pelo método de Singh (1981) os caracteres que mais contribuíram para a divergência genética.

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software Genes, v. 7.0, (Cruz, 2008).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Estatística univariada**

O resumo da análise de variância para os descritores é apresentado na tabela 6. A variável peso de cem sementes foi significativa ao nível de 5% de significância e todos os demais caracteres avaliados, significativo a 1% de significância, implicando na existência de variabilidade entre os acessos estudados.

O coeficiente de variação para número de ramificações abaixo da primeira bifurcação foi de 92,64%, e os demais coeficientes variaram de 8,23 a 43,57%, para tamanho das sementes e peso de cem sementes, respectivamente. Monteiro et al. (2010) em estudo de diversidade genética em acessos de espécies cultivadas de pimentas obtiveram coeficientes de variação de 8,9% para largura do fruto e 30,91% para nº de flores por axila.

As médias dos acessos em estudo, para vinte e cinco descritores, foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott (Apêndice B). Pode-se verificar que por este método de agrupamento houve formação, ao nível de 5% de probabilidade, para todos os descritores utilizados, de mais de um grupo, o que já tinha sido indicado pela análise de variância.

Notou-se que na formação dos grupos, para cinco variáveis, comprimento de corola, diâmetro do dossel, diâmetro da haste, nº dias para frutificação e nº de sementes/fruto foram observadas a formação de apenas dois grupos, o que se pode sugerir proximidade genética quanto aos caracteres avaliados, indicando menor probabilidade com seleção para estes caracteres.

Os descritores nos quais podemos observar um maior número de grupos formados foram àqueles relacionados aos frutos, como massa de dez frutos e comprimento dos frutos (ambos com seis grupos) e forma do pedúnculo (sete grupos). Evidenciando possibilidade de maior número de cruzamentos capazes de gerar variabilidade e, assim, maior segregação e perspectivas de sucesso na seleção de genótipos de interesse.

Para os teores de capsaicina dos frutos, realizou-se o agrupamento em classes, considerando o intervalo de cada classe como a diferença entre o valor do

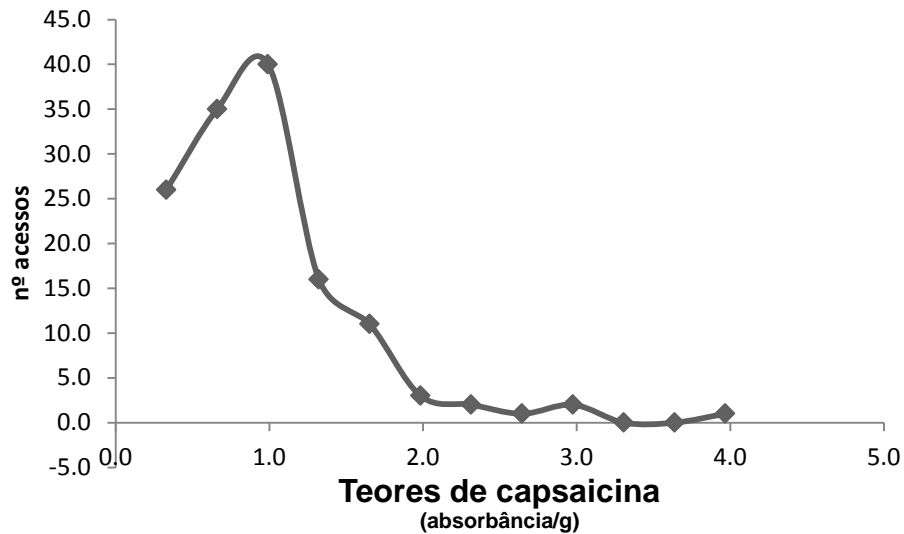
acesso de maior teor de capsaicina (absorbância/g) e o de menor teor, dividido pelo número total de classes (12 classes) (figura 1).

Notou-se que entre os acessos em estudo, a grande maioria pode ser alocada em classes variando de teores médios a baixos de ardência. Poucos, no entanto, podem ser considerados de elevados teores de capsaicina, cerca de três acessos (11, 41 e 73), com valores de 4,30, 3,17 e 3,10 ABS/g, respectivamente. Vinte e seis acessos estão entre os que foram agrupados na classe de menor teor de capsaicina, variando de 0,33 a 0,66 ABS/g.

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância obtida nos 25 descritores morfológicos oriundos do sudoeste goiano. Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011.

<b>F.V</b>	<b>QM<sup>1</sup></b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>CV (%)</b>
Altura das plantas	1547,12**	88,82	41,5	147,25	17,31
Altura da 1ª bifurcação	491,89**	29,79	10,13	70,50	23,79
Comprimentos dos frutos	413,92**	23,84	7,74	70,82	19,38
Comprimento pedúnculo	36,95**	22,69	15,21	54,06	11,42
Diâmetro do dossel	1151,13**	111,05	50,13	201,00	21,86
Comprimento da corola	8,74**	11,55	7,90	18,54	14,42
Comprimento das folhas	583,04**	70,91	50,42	137,76	17,15
Diâmetro da haste	8,70**	10,83	6,89	14,76	18,14
Espessura parede do fruto	0,32**	1,70	0,70	2,50	15,86
Largura do fruto	35,71**	13,87	5,25	28,64	15,28
Largura do pedúnculo	0,17**	1,44	0,84	2,35	15,21
Largura da folha	118,13**	31,31	21,12	50,68	17,99
Massa de dez frutos	386,49**	15,19	1,53	69,33	41,41
Peso de cem sementes	0,08*	0,61	0,27	1,31	43,57
Nº de lóculos	0,35**	2,85	2,00	3,80	10,15
Nº dias florescimento	507,40**	109,04	84,00	139,25	12,17
Nº ramificações	40,43**	4,47	0,00	29,50	92,64
Nº dias frutificação	627,36**	156,65	123,00	188,25	9,79
Nº sementes por fruto	268,62**	22,78	4,45	62,30	38,12
Tamanho da semente	0,28**	3,60	2,75	4,24	8,23
Cor do fruto	18,64**	7,40	8,00	15,00	18,48
Cor do talo	0,66**	1,17	1,00	3,00	25,43
Forma do pedúnculo	1,37**	2,23	1,00	4,00	16,35
Forma do fruto	2,34**	2,72	1,00	5,00	26,85
Superfície do fruto	1,25**	1,52	1,00	3,00	31,12

<sup>1</sup>Quadrado médio genótipo. \*\* e \* significativo pelo teste F ao nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.



**Figura 1.** Frequência dos acessos e teores de capsaicina. Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011.

Ao analisar os três acessos com maior teor de capsaicina juntamente com a comparação de médias pelo teste de Scott-Knott, observa-se que estes compartilharam o mesmo grupo em quatro variáveis, sendo todas relacionadas ao fruto (cor do fruto, forma do fruto, nº dias de frutificação e nº sementes). Com base neste resultado, sugere-se possibilidade de seleção para estes caracteres e obtenção de resultados associados ao teor de capsaicina dos frutos.

## 4.2 Estatística multivariada

### 4.2.1 Método de Otimização de Tocher

Ao aplicar o método de Otimização de Tocher podemos observar a formação de sete grupos distintos (tabela 7). O grupo I contendo um maior número de indivíduos (130 acessos), o grupo II apenas dois indivíduos e os demais grupos com indivíduos isolados.

O grupo II agrupou de maneira eficiente os acessos 45 e 50, que são muito semelhantes. Pelo agrupamento de Scott-Knott observa-se que os mesmos ficaram agrupados no mesmo grupo em 15 descritores, sendo eles altura da planta, comprimento da corola, cor do talo, comprimento do pedúnculo, diâmetro da haste,

espessura da parede do fruto, forma do fruto, forma pedúnculo, largura do fruto, massa de dez frutos, nº dias para frutificação, nº lóculos, nº ramificações, nº sementes/fruto e tamanho das sementes. Seis são relacionados à planta e nove relacionados à flor e fruto. Em relação à cor dos frutos, houve variação dentro do tom amarelo, de forma blocada, cor do talo verde e pedúnculo semi pendente. São plantas altas com médias variando de 93,25 a 103,75 cm.

**Tabela 7.** Formação dos grupos pelo método de Otimização de Tocher com base em 26 variáveis para os 137 acessos de *Capsicum chinense* Jacq. Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011.

Grupos	Acessos																	
I	37	38	2	92	105	96	104	103	85	71	84	98	99	101	100	93	87	
	91	81	97	86	75	102	88	94	95	89	28	126	53	27	20	79	127	
	78	51	67	4	68	35	17	43	8	76	72	62	9	136	107	90	69	66
	70	117	134	106	60	122	109	110	23	15	34	135	108	65	61	74		
	82	44	55	19	116	48	14	130	132	80	30	64	115	5	6	83	77	
	42	125	118	63	21	16	36	112	13	128	39	54	119	73	41	123		
	133	18	120	113	3	124	40	25	47	121	24	7	114	49	129	57	10	
	137	1	31	33	111	22	59	52	12	29	131	56						
II	45	50																
III	46																	
IV	58																	
V	26																	
VI	11																	
VII	32																	

O grupo VI é composto pelo acesso 11, que possui uma característica peculiar, a presença de antocianina no caule, sendo por isso, pelo teste de comparação de médias, agrupado em relação a presença desta característica com mais quatro acessos (49, 58, 59 e 137). No entanto, ao analisar os agrupamentos em função das demais variáveis, nota-se que apenas em relação ao acesso 49 observou-se a participação do mesmo grupo quanto a 13 descritores, altura da planta, comprimento da corola, comprimento da folha, cor do fruto, cor do talo, espessura da parede do fruto forma do fruto, largura da folha, largura do pedúnculo, nº dias florescimento, nº ramificações, superfície do fruto e tamanho da semente, o que pode ser indicativo de similaridade.

Pelo método de agrupamento de otimização de Tocher, aproximadamente 95% dos acessos foram reunidos no grupo I. No entanto, observou-se uma grande heterogeneidade entre os acessos pertencentes a este grupo. Este fato foi devido a





A partir do reagrupamento, notou-se que 65,4% dos acessos permaneceram juntos no novo grupo I, no entanto, a formação de mais novos grupos, permitiu inferir sobre a existência de alta variabilidade entre os acessos em estudo, conforme suspeita de que a presença dos sete acessos (11, 26, 32, 45, 46, 50 e 58) suprimia tais diferenças.

Notou-se que os acessos 26 e 32 possuem frutos com maiores médias para a variável comprimento dos frutos, no entanto plantas de porte e altura da primeira bifurcação baixos. Em contrapartida, o acesso 11, possui maiores médias para altura das plantas e diâmetro de dossel, e menores para comprimento e massa de dez frutos.

#### **4.2.2 Método UPGMA**

O dendrograma (Apêndice C) foi obtido a partir da matriz de dissimilaridade gerada pela distância euclidiana média, com a utilização dos 137 acessos, vinte e cinco variáveis morfológicas e o teor de capsaicina (referência em absorvância/g). Procedeu-se o corte próximo a 60% de distância relativa entre os acessos, com a formação de 16 grupos. Este corte apesar de subjetivo, foi determinado a partir da observação do ponto de alta mudança de nível, considerado como um delimitador no número de acessos no grupo (Cruz & Carneiro, 2003).

Resultados semelhantes podem ser observados nos trabalhos de Sudré et al. (2006), com divergência genética entre 56 acessos de pimenta e pimentão, procedeu-se o corte a 70% da distância relativa entre os acessos e a formação de 16 grupos. Monteiro et al. (2010) estudaram 23 acessos de *Capsicum* spp. com base em 7 descritores quantitativos, um dos seus dendrogramas apresentou um corte a aproximadamente 53% de distância genética, no outro, porém, com 19 descritores qualitativos multicategóricos, o corte foi em aproximadamente 73%. Bento et al. (2007) no dendrograma obtido pelo método do vizinho mais próximo procedeu o corte a 68%, com o mesmo gênero.

Os dezesseis grupos formados pelo método hierárquico UPGMA foram relacionados na tabela 9, objetivando facilitar a visualização. Nota-se que o método hierárquico utilizado comparado ao método de agrupamento de otimização de Tocher original (tabela 7) foi concordante quanto ao agrupamento dos acessos

considerados mais divergentes (45, 50, 46, 58, 26, 11 e 32). Este fato evidencia grande influência destes acessos na determinação da distância estabelecida pelo método de Tocher, para a inclusão do indivíduo num mesmo grupo.

**Tabela 9.** Agrupamento obtido pelo método hierárquico UPGMA. Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011.

<b>Grupo</b>	<b>Acessos</b>																
<b>01</b>	37	38	2	92	28	53	8	136	54	110	109	75	98	4	84	96	85
	93	104	105	71	103	94	100	97	102	81	91	67	101	99	87		
	89	86	95	88	66	9	27	60	108	125	130	83	34	135	77	116	
	117	70	90	126	39	6	23	78	80	79	51	74	43	73	82	63	61
	69	42	48	64	76	30	72	127	134	106	107	35	68	65	55	122	
	15	115	44	119	5	16	19	17	20	14	123						
<b>02</b>	57	113	62	133	112												
<b>03</b>	21	22															
<b>04</b>	31																
<b>05</b>	3	128	36	120	24	25	33	124	1	12	29						
<b>06</b>	13	132	111														
<b>07</b>	18	129	41														
<b>08</b>	40	47	7	114	131												
<b>09</b>	118	121	52														
<b>10</b>	58	59	10														
<b>11</b>	49	137															
<b>12</b>	26	56															
<b>13</b>	11																
<b>14</b>	32																
<b>15</b>	45	50															
<b>16</b>	46																

#### 4.2.3 Análise de Componente Principal (ACP)

A análise de componentes principais foi utilizada com o propósito de reduzir o espaço multidimensional, para um novo espaço, que propicie a redução do número de variáveis pelo arranjo das mesmas através de combinações lineares, que acumule o máximo a variação nas primeiras combinações e que garanta ausência de correlações. Visto que o conjunto de variáveis utilizadas neste trabalho é bastante elevada (vinte e seis) e, pode ser alta, a probabilidade de correlação entre elas, o que muitas vezes, dificulta a tomada de decisão em relação à diversidade entre os materiais em estudo.

Além da redução da dimensionalidade, utilizou-se ACP para identificar os descritores que menos contribuíram para a divergência genética, ou seja, aqueles que obtiveram maior peso nos últimos escores da ACP. E de evidenciar graficamente o comportamento dos 137 acessos quanto à divergência genética existente.

Quanto à estimativa dos autovalores em relação aos componentes principais (tabela 10), nota-se que os três primeiros componentes conseguiram explicar apenas 43,68% da variação total. Grande parte da variação, 82,23%, ficou diluída até o 12º componente principal. Sugere-se na literatura, que os três primeiros componentes principais devem perfazer um total de explicação entre 70 a 80% (Johnson & Wichern, 1992; Cruz & Carneiro, 2003), para que seja viável a plotagem dos acessos num gráfico bi ou tridimensional.

**Tabela 10.** Estimativas dos autovalores em relação aos componentes principais. Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011.

CP*	RAIZ	RAIZ (%)	(%) ACUMULADA	CP*	RAIZ	RAIZ (%)	(%) ACUMULADA
1	5,26	20,23	20,23	14	0,59	2,26	86,85
2	4,06	15,60	35,83	15	0,57	2,18	89,03
3	2,04	7,85	43,68	16	0,51	1,97	91,00
4	1,69	6,50	50,18	17	0,45	1,72	92,73
5	1,35	5,21	55,38	18	0,42	1,60	94,33
6	1,29	4,95	60,34	19	0,36	1,38	95,71
7	1,17	4,50	64,84	20	0,31	1,19	96,90
8	1,11.	4,28	69,12	21	0,26	1,01	97,91
9	1,00	3,86	72,97	22	0,17	0,64	98,54
10	0,92	3,53	76,50	23	0,13	0,50	99,04
11	0,79	3,02	79,52	24	0,12	0,00	99,48
12	0,71	2,71	82,23	25	0,08	0,44	99,78
13	0,61	2,36	84,59	26	0,06	0,22	100,0

\*componente principal

Embora no presente trabalho, os três primeiros componentes não acumulem parte significativa da variação total, a dispersão gráfica foi usada com intuito de contribuir para análise de divergência genética dos acessos em estudo. Assim, encontra-se na figura 2, a representação gráfica dos três primeiros componentes.

Comparando-se o método de otimização de Tocher e dendrograma com a ACP, podemos observar algumas concordâncias quanto à discriminação dos grupos.

Com o uso da técnica aumentam as informações a respeito dos acessos mais divergentes, o que propicia uma melhor indicação de possíveis genitores para futuros cruzamentos, a fim de gerar maior variabilidade e possibilidades de combinações que possam ter boa complementação gênica.

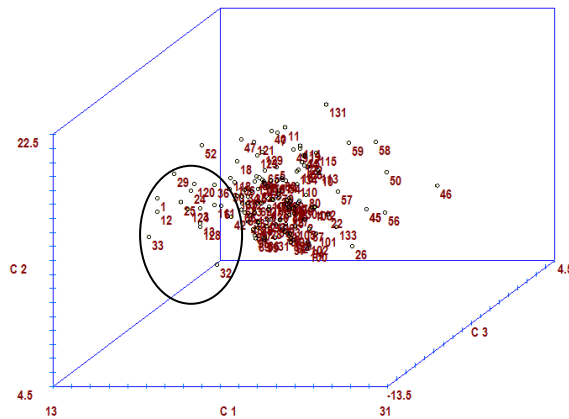
Os acessos 11, 32 e 46, nos três métodos de agrupamento, apresentaram comportamento semelhante, ou seja, foram agrupados de forma isolada. Obteve-se concordância de vários acessos quanto ao grupo 5 pelo método de agrupamento hierárquico UPGMA, com os acessos que estão circulados na dispersão gráfica da ACP (figura 2).

Mesmo com a baixa explicação retida nos três primeiros escores da ACP, podem-se observar semelhanças entre os grupos, o que justifica a utilização da análise gráfica como uma ferramenta auxiliar na indicação da divergência genética entre os acessos em estudo.

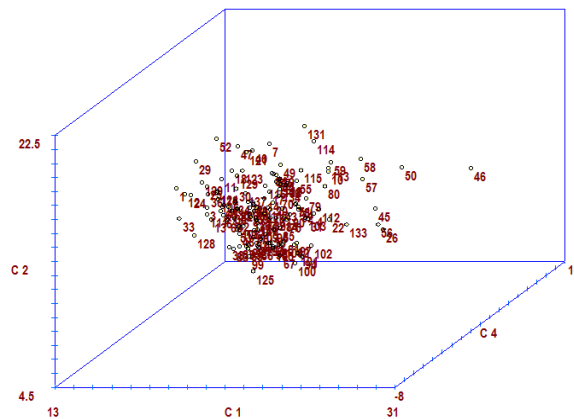
A utilização da explicação dos três primeiros componentes principais abaixo do limite de 70 a 80% têm sido observados na literatura. Martel et al. (2003) em estudo com as pupunheiras (59,2%) e Oliveira et al. (2006), na cultura do açaí, mostrou uma explicação de 46,86%.

Cruz & Regazzi (1997) sugerem que, quando o limite de explicação satisfatória não é atingido até o espaço tridimensional, a análise pode ser complementada com a dispersão utilizando o quarto componente em substituição ao terceiro, como uma alternativa para o aumento da explicação. Foi realizada assim, a análise gráfica em relação ao CP1, CP2 e CP4, como mostra a figura 3. Essa análise possibilita verificar o quanto a dispersão é alterada com a substituição de um componente que explica determinado valor da variação total, pelo componente de magnitude de autovalor imediatamente inferior.

Na análise conjunta das duas dispersões, notou-se que não houveram drásticas mudanças quanto à dispersão dos acessos no gráfico, no entanto obteve-se um aumento na explicação de 7,85%. Os acessos 52, 29, 01, 33, 131, 58, 57, 45, 26, 56, 50 e 46 permaneceram distantes do grande grupo. O acesso 46 foi pelo gráfico, o que mais divergiu dos demais, possivelmente devido a suas características do fruto, como espessura da parede, largura, massa de dez frutos e tamanho das sementes, o que era esperado, conforme se verifica no agrupamento de médias.



**Figura 2.** Dispersão gráfica dos escores dos três primeiros componentes principais (CP1, CP2 e CP3). Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011.



**Figura 3.** Dispersão gráfica dos escores dos componentes principais (CP1, CP2 e CP4). Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011.

Os acessos 46, 50, 58, 57, 45, 56 e 26 ficaram situados do lado direito do gráfico (figura 3), pois apresentaram características em comum, como as maiores médias para comprimento da corola da flor, variando de 12,26 a 14,47 mm, espessura da parede dos frutos e largura dos frutos com valores de 2,50 a 1,56 mm, e de 28,10 a 16,80 mm, respectivamente, com folhas largas de 41,82 a 33,04 mm, superfície de frutos com aparência lisa, sementes grandes de 4,24 a 3,73 mm e grande quantidade de sementes por fruto, em média de 29 a 39,20.

Já os acessos 52, 29, 01 e 33, que se alocaram do lado esquerdo do gráfico, por sua vez, apresentaram os menores valores para comprimento de corola (7,90 a 9,36 mm), comprimentos dos frutos (9,10 a 15,82 mm), espessura da parede dos

frutos (1,04 a 1,37 mm), largura dos frutos (8,80 a 9,13 mm), massa de dez frutos (2,41 a 3,69), reduzido número de sementes por fruto (5,40 a 13,90) e sementes pequenas (3,14 a 3,61). Vale ressaltar que dentre esses quatro acessos, dois (29 e 52) são representantes do morfotipo “pimenta bode”.

#### 4.2.4 Contribuição relativa e descarte de variáveis

Pelo método de Singh, utilizado para avaliar a importância relativa dos vinte e cinco descritores utilizados, verificou-se que dez contribuíram com 95,6% da variação total, enquanto quinze contribuíram com apenas 4,4% (tabela 11).

A variável que mais contribuiu para a variação total foi altura das plantas (24,75%), com valores médios dos acessos entre 41,50 a 147,25 cm, seguida do diâmetro do dossel (18,41%), com variação de 50,13 a 201,00 cm. Ambas são relacionadas ao porte da planta, e, portanto, de grande valor agrônomo.

Estes resultados são discordantes dos trabalhos de Bento et al. (2007), pois as duas variáveis que mais contribuíram para a divergência foram relacionadas ao fruto, número de frutos por planta (45,99%) e número de sementes por fruto (21,88%) e Súdri et al. (2006), comprimento do fruto (32%) e diâmetro dos frutos (32%). No entanto, ambos trabalharam com o gênero *Capsicum* spp, não com uma espécie em especial, como no presente trabalho, realizado com *C. chinense* Jacq.

Outras variáveis que tiveram significativa importância para o estudo da divergência foram nº de dias para florescimento e nº de dias para frutificação, ambas relacionadas ao ciclo da planta, variando de 84 a 139,25 e 123 a 188,25 dias após semeadura, em média, respectivamente.

Comprimento dos frutos e massa de dez frutos obtiveram representativa relevância para a contribuição das variáveis para a divergência genética. O comprimento dos frutos variou de 7,74 a 70,82 mm. Bento et al. (2007) relatam ser de extrema importância esse caractere, pois é possível determinar a forma de uso mais adequada para cada acesso. Frutos pequenos são comercializados preferencialmente em molhos e em conservas e os grandes *in natura* ou desidratados.

A variável massa de dez frutos possuiu para este estudo, expressiva contribuição para a divergência genética. Esta variável possibilitou a formação de seis grupos, pelo método de agrupamento de Scott-Knott, permitindo inferir em elevada variabilidade. É também agronomicamente importante, pois pode estar relacionada com a produtividade das plantas.

A ACP foi utilizada também com o intuito de descartar os descritores que são considerados redundantes na discriminação dos acessos, avaliados pelo elevado peso nos componentes de baixa contribuição na explicação da variação total. Permite otimização do conjunto original, com redução dos custos operacionais, de mão de obra e de tempo despendido na avaliação dos acessos (Dias et al., 1997).

O método de seleção direta, proposto por Jolliffe (1972, 1973) é indicado para descarte, toda variável que apresentou um maior coeficiente de ponderação em valor absoluto, no componente principal de autovalor menor, partindo do último componente até aquele cujo autovalor não exceda 0,70.

Observando a tabela 10, nota-se que os autovalores que não excederam o valor 0,7 encontram-se a partir do 13º componente principal. A partir daí foi confeccionada a tabela 12, em que se obtiveram os valores dos coeficientes de ponderação dos autovetores relacionados aos últimos componentes principais. Verifica-se que o primeiro descritor indicado para descarte foi largura do fruto, apresentando o maior coeficiente de ponderação em módulo no último componente principal (-0,5422), seguido pelos caracteres largura das folhas, altura da 1ª bifurcação e número de dias para florescimento, cujos maiores autovetores em módulo ocorreram nos componentes principais 25, 24 e 23, respectivamente.

Com base no proposto por Jolliffe, 14 descritores foram considerados passíveis de descarte, sendo eles: largura do fruto, largura da folha, altura da 1ª bifurcação, nº dias para florescimento, nº sementes por fruto, comprimento do fruto, tamanho da semente, nº dias para frutificação, comprimento do pedúnculo, diâmetro do dossel, nº ramificações, largura do pedúnculo, cor do fruto e espessura da parede do fruto.

Este procedimento pode ser considerado drástico, pois eliminou mais da metade dos descritores em estudo, pois entre os sugeridos para descarte, sete (largura da folha, altura da 1ª bifurcação, nº dias florescimento, nº sementes/fruto,



comprimento do fruto, nº dias frutificação e diâmetro do dossel) estão entre os dez que mais contribuíram para a variação total pelo critério de Singh (tabela 11).

**Tabela 11.** Contribuição relativa dos caracteres para a divergência total baseado no critério de Singh. Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011.

VARIÁVEL	S.j.	VALOR (%)
Altura das plantas	7206497,07	24,75
Diâmetro do dossel	5361959,85	18,41
Nº dias frutificação	2922264,40	10,03
Comprimento das folhas	2715764,55	9,33
Nº dias florescimento	2363482,38	8,12
Altura 1ª bifurcação	2291247,13	7,87
Comprimento dos frutos	1928143,95	6,62
Massa de 10 frutos	1800306,69	6,18
Nº sementes por fruto	1251235,64	4,30
Largura das folhas	550309,18	1,89
Nº ramificações	188345,68	0,65
Comprimento pedúnculo	172138,12	0,59
Largura fruto	166364,75	0,57
Cor do fruto	86828,00	0,30
Comprimento corola	40737,79	0,14
Diâmetro da haste	40539,60	0,14
Forma do fruto	10944,00	0,04
Forma do pedúnculo	6398,50	0,02
Superfície do fruto	5837,63	0,02
Capsaicina	6644,01	0,02
Espessura da parede do fruto	1524,86	0,01
Cor do talo	3098,50	0,01
Tamanho da semente	1331,47	0,005
Largura do pedúnculo	834,03	0,003
Peso de cem sementes	406,22	0,001

Vale ressaltar que mesmo com a eliminação das variáveis, e com a realização da reanálise dos componentes principais com os demais descritores, não foi observado aumento significativo na percentagem de explicação retida nos três primeiros componentes, o que reitera a redundância das variáveis.

A decisão de eliminação dos caracteres seria vantajosa, pois reduziria o trabalho de tomada de dados sem ocasionar redução da precisão da caracterização (Pereira et al., 1992), no entanto deve-se levar em consideração a importância agrônômica dos descritores no programa de melhoramento da espécie.

**Tabela 12.** Estimativa dos coeficientes de ponderação dos autovetores relacionados aos últimos componentes principais. Jataí, Universidade Federal de Goiás, 2011.

VARIÁVEIS	CP26	CP25	CP24	CP23	CP22	CP21	CP20	CP19	CP18	CP17	CP16	CP15	CP14	CP13
ALT	0,047	0,038	-0,482	0,064	-0,263	0,119	0,120	0,168	-0,396	0,262	0,103	-0,210	0,121	-0,030
ALT1 <sup>a</sup> B	-0,040	-0,267	0,596	-0,261	0,240	-0,053	0,210	0,132	-0,239	-0,027	0,254	-0,052	-0,103	0,007
CMFRU	-0,298	0,060	0,212	0,121	-0,086	0,578	0,160	0,068	-0,100	0,161	-0,106	-0,059	-0,092	-0,269
CMPED	-0,001	0,036	0,000	0,117	-0,058	-0,122	-0,290	0,341	0,435	-0,111	0,144	0,144	-0,068	0,067
DDOS	0,003	-0,061	-0,013	0,023	-0,016	0,147	0,160	-0,240	-0,032	-0,423	0,050	0,150	0,246	-0,147
CMCOR	-0,030	0,055	0,015	-0,010	0,126	-0,216	0,125	-0,259	-0,288	-0,205	-0,227	0,015	-0,299	0,218
CMFOL	-0,338	-0,534	-0,228	0,137	-0,039	-0,029	-0,208	-0,009	-0,130	-0,039	-0,164	0,172	-0,021	0,042
DHAS	-0,056	0,083	0,135	0,066	0,131	-0,043	0,049	0,068	0,193	0,255	0,029	-0,195	0,188	-0,044
EPF	0,038	0,016	0,217	0,359	-0,284	-0,223	-0,055	-0,295	-0,062	0,138	0,214	0,166	-0,144	-0,435
LFRU	-0,542	0,362	-0,202	-0,438	0,123	-0,160	0,051	0,011	0,008	-0,114	0,134	0,044	0,183	-0,141
LPED	-0,002	-0,054	-0,098	-0,046	0,017	0,067	0,106	-0,264	0,292	0,026	-0,104	-0,548	-0,349	0,264
LFOL	0,397	0,536	0,113	-0,068	-0,047	0,234	-0,079	0,029	-0,118	-0,144	-0,129	0,132	0,029	0,106
M10FRU	0,535	-0,296	-0,297	-0,232	0,385	0,044	0,075	0,000	0,030	0,068	0,029	0,098	0,011	-0,327
P100SEM	-0,053	0,030	0,026	-0,005	-0,118	-0,150	0,199	0,151	0,011	0,099	-0,324	0,339	-0,036	0,248
NL	0,006	0,117	0,030	0,117	0,152	0,007	-0,090	-0,033	-0,146	0,360	-0,128	0,235	-0,026	0,149
NDF	-0,050	0,152	-0,173	0,467	0,175	-0,075	0,446	-0,026	0,239	-0,240	0,140	-0,056	-0,090	-0,128
NR	0,023	0,124	-0,139	0,047	0,031	-0,106	0,141	-0,279	-0,198	0,119	0,431	0,234	-0,156	0,232
NDFRUT	0,015	-0,062	0,037	-0,349	-0,345	0,164	-0,084	-0,515	0,242	0,065	-0,010	0,046	0,105	-0,079
NSF	0,129	-0,125	0,038	-0,155	-0,463	-0,112	0,295	0,289	0,079	0,015	0,354	-0,021	0,035	0,187
TSEM	0,049	0,011	0,090	0,172	0,018	-0,116	-0,456	-0,154	-0,186	-0,166	0,225	-0,275	0,321	0,193
CRFRU	0,025	-0,149	0,066	0,084	-0,037	0,023	0,311	-0,167	0,214	0,022	-0,151	0,246	0,453	0,241
CRTALO	0,016	0,111	0,084	0,012	0,132	-0,248	-0,060	-0,080	0,210	0,416	-0,102	0,006	0,040	-0,131
FPED	-0,014	-0,011	-0,039	0,033	0,023	0,266	-0,188	0,145	0,096	-0,272	0,070	0,220	-0,261	-0,043
FFRU	-0,007	-0,081	0,044	0,149	0,075	0,400	-0,029	-0,070	0,084	0,110	0,229	0,068	0,005	0,357
SFRU	0,156	-0,026	0,131	0,075	-0,311	-0,199	0,081	0,100	-0,121	-0,209	-0,354	-0,204	0,047	-0,122
CAPSA	0,011	0,018	-0,076	-0,221	-0,239	-0,041	-0,067	-0,044	0,083	0,029	0,034	0,143	-0,416	-0,039

## 5 CONCLUSÕES

Houve divergência genética entre os 137 acessos estudados, demonstrando o potencial que os mesmos têm para uso em programas de melhoramento.

As características que mais contribuíram para a divergência entre os acessos foram altura das plantas, diâmetro do dossel e número de dias para frutificação.

Os métodos de agrupamento foram parcialmente concordantes quanto a composição dos grupos.

Os resultados obtidos se mostraram eficientes no agrupamento de acessos de pimenta estudados, indicando que seu emprego na quantificação da divergência genética e na identificação de grupos heteróticos, pode auxiliar no manejo da coleção de germoplasma e na seleção de acessos para programas de melhoramento.

Atenção especial deve ser dada aos acessos 11, 26, 32, 45, 46, 50 e 58 que pelo método de otimização de Tocher mostraram-se os mais divergentes.

As técnicas de agrupamento utilizadas permitiram identificar os acessos mais similares e reduzir o número de cruzamentos para gerar populações que apresentem maior probabilidade de encontrar indivíduos segregantes.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOZA, G.E.; BIANCHETTI, L.B. Three New Species of *Capsicum* (Solanaceae) and a Key to the Wild Species from Brazil. **Systematic Botany**. p.863-871, 2005.
- BATCHELOR, J. D.; JAMES, B. T. **Journal of Chemical Education**. 266p., 2000.
- BENIN, G.; CARVALHO, F.I.F.; ASSMANN, I.C.; CIGOLINI, J.; CRUZ, P.J.; MARCHIORO, V.S.; LORENCETTI, C.; SILVA, J.A.G. Identificação da dissimilaridade genética entre genótipos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo preto. **Revista Brasileira de Agrociência**. p.179-184, 2002.
- BENTO, C.S.; SUDRÉ, C.P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E.M.; PEREIRA, M.G. Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. **Scientia Agraria**. p.149-156, 2007.
- BIANCHETTI, L.B. **Aspectos morfológicos, ecológicos e biogeográficos de dez táxons de Capsicum (Solanaceae) ocorrentes no Brasil**. (Tese de mestrado) – UNB, Brasília. 1996. 174p.
- BONTEMPO, M. **Pimenta e seus benefícios à saúde**. Alaúde. São Paulo, 2007.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. UFV, 4ª ed. Viçosa, 2005. 525p.
- BOSLAND, P.W. Breeding for quality in *Capsicum*. **Capsicum and Eggplant Newsletter**. p.25-31, 1993.
- BOSLAND, P.W., VOTAVA, E.J. Peppers: vegetable and spice *Capsicum*. **CABI publishing**. New York. 1999. 66-83p.
- CARVALHO, S.I.; BIANCHETTI, L.B. Botânica e recursos genéticos. *In*: RIBEIRO, C.S. da C.; LOPES, C.A.; CARVALHO, S.I.C.; HENZ, G.P.; REIFSCHEIDER, F.J.B. **Pimentas Capsicum**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2008, p.39-54.
- CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. De B.; BUSTAMANTE, P. G.; SILVA, D. B. **Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) da Embrapa Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2003, 49p.
- CARVALHO, S.I.C. de; BIANCHETTI, L.B.; RIBEIRO, C.S. da C.; LOPES, C.A. **Pimentas do Gênero *Capsicum* no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2006, 23p.
- CASALI, V.W.D.; COUTO, F.A.A. Origem e botânica de *Capsicum*. **Informe Agropecuário**. 1984, p.8-10.

CISNEROS-PINEDA, O.; TORRES-TAPIA L.W., GUTIÉRREZ-PACHECO, L.C.; CONTRERAS-MARTÍN F.; GONZÁLEZ-ESTRADA, T.; PERAZA-SÁNCHEZ, S.R. Capsaicinoids quantification in chili peppers cultivated in the state of Yucatan, Mexico. **Food Chemistry**. p.1755-1760, 2007.

CONTRERAS-PADILLA, M.C., YAHIA, E.M. Changes in capsaicinóides during development, maturation and senescence of chili peppers and relation with peroxidase activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 1998, p.2075–2079.

COSTA, C.S.R. da; HENZ, G.P. (Org.) **Pimentas *Capsicum* spp. Botânica**. Sistemas de Produção 2. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2007a. ISSN 1678-880x. Disponível:<[http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta\\_capsicum\\_spp/botanica.html](http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/botanica.html)>Acesso em: 14 jan. 2011.

COSTA, C.S.R. da; HENZ, G.P. (Org.) **Pimentas *Capsicum* spp. Coeficientes técnicos**. Sistemas de Produção 2. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2007b. ISSN 1678-880x. Disponível:<[http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FonteHTML/Pimenta/Pimenta\\_capsicum\\_spp/botanica.html](http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FonteHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/botanica.html)>Acesso em: 14 jan. 2011.

COSTA, L.F.; LOPES, M.T.G.; LOPES, R.; ALVES. S.R.M. Polinização e fixação de frutos em *Capsicum chinense* Jacq. **Acta amazonica**. p.361-364, 2008.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: Diversidade genética**. Editora UFV. Viçosa. 278p. 2008.

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

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1997, 390p.

DIAS, L.A.S.; KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, G.C. Divergência fenética multivariada na preservação de germoplasma de cacau (*Theobroma cacao* L.). **Agrotropica**. p.29-40, 1997.

DONG, M.W. How hot is that pepper? Today's Chemist at Work. p.17–20, 2000. In: TOPUZ, A.; OZDEMIR F.; Assessment of carotenoids, capsaicinoids and ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) grown in Turkey. **Journal of Agriculture**. p.596-602. 2007.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1981, 279p.

FERREIRA, D. F. **Métodos de avaliação da divergência genética em milho e suas relações com os cruzamentos dialélicos**. (Dissertação de mestrado) – UFLA, Lavras. 1993. 72p.

- FERREIRA D. F.; OLIVEIRA.; SANTOS, M. X. DOS; RAMALHO M. A. P. Métodos de avaliação de divergência genética em milho e suas relações com os cruzamentos dialélicos. **Pesquisa agropecuária brasileira**. p.1189-1194, 1995.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000, 402p.
- FONSECA, J.S.; MARTINS, G. A. Curso de estatística. 3ªed. São Paulo: Atlas, 1982.
- FONSECA, R.M. **Caracterização morfológica de genótipos de Capsicum chinense Jacq. do Alto Rio Negro – AM**. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2006. 51p.
- HALLAUER, A.R.; CARENA, M.J.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State Univ. Press, 1981. 468p.
- HENZ, G. P. Perspectivas e potencialidades do mercado de pimentas. Anais do I Encontro Nacional do Agronegócio Pimentas (Capsicum spp.). I Mostra Nacional de Pimentas e Produtos Derivados. **Anais**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004.
- HUNZIKER, A. T. **Genera Solanacearum**. Rugell: A.R.G. Gantner Verlag. 500p. 2001.
- IPGRI. **Descriptors for Capsicum (Capsicum spp)** International Board for Plant Genetic Resources. Rome, Italy. 1995. 49p.
- JOHNSON, R.A.; WICHERN D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. 3ª ed. New Jersey, 642p., 1992.
- JOLLIFFE, I.T. Discarding variables in a principal componente analysis. I. Artificial data. **Applied Statistics**. p.160-173, 1972.
- JOLLIFFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis. II. Real data. **Applied Statistics**. p.21-31, 1973.
- KRAJEWSKA, A.M., POWERS, J.J. Sensory properties of naturally occurring capsaicinóides. **Journal of Food Science**. p.902–905, 1988.
- KOSUGE, S.; MURATA, M. Studies on the pungent principle of Capsicum. Part XIV: chemical constitution of the pungent principle. **Agricultural and Biological Chemistry**. p.248-256, 1970.
- LANNES, S. D.; FINGER, F. L; SCHUELTER, A. R.; CASALI, V. W. D. Growth and quality of Brazilian accessions of Capsicum chinense fruits. **Scientia Horticulturae**. p.266-270, 2007.
- LUZ, F. J. de F. **Caracterização morfológica e molecular de acessos de pimenta (Capsicum chinense Jacq)**. (Tese de doutorado) – UNESP, Jaboticabal. 2007. 81p.

MALUF, W.R.; FERREIRA, P.E. Análise multivariada da divergência genética em feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.). **Horticultura Brasileira**. p.31-34, 1983.

MANLY, B.F.J. **Multivariate statistical methods, a primer**. New York: Chapman Hall. p.159, 1986.

MARQUELLI, W.A.; SILVA, H.R. **Irrigação da pimenteira**. Brasília, DF: EMBRAPA CNPH, 2007. 14p. (Circular Técnica da Embrapa Hortaliças, nº 51).

MARTEL, J.H.I.; FERRAUDO, A.S.; MÔRO, J.R.; PERECIN, D. Estatística multivariada na discriminação de raças amazônicas de pupunheiras (*Bactris gasipaes* kunth) em Manaus (Brasil). **Revista Brasileira de Fruticultura**. p.115-118, 2003.

MONTEIRO, E.R; BASTOS, E.M.; LOPES, A.C.A.; GOMES, R.L.F; NUNES, J.A.R. Diversidade genética entre acessos de espécies cultivadas de pimentas. **Ciência Rural**. p.288-293, 2010.

MOSCONE, E.A., LOIDL. J., EHRENDORFER, F., HUNZIKER, A.T. Analysis of active nucleolus organizing regions in Capsicum (Solanaceae) by silver staining. **American Journal of Botany**. p.276-287, 1995.

MOSCONE EA; SCALDAFERRO MA; GRABIELE M; CECCHINI NM; GARCÍA YS; JARRET R; DAVIÑA JR; DUCASSE DA; BARBOZA GE; EHRENDORFER F. The evolution of chili peppers (*Capsicum* – Solanaceae): a cytogenetic perspective. **Acta Horticulturae**. p.137-169, 2007.

NASCIMENTO FILHO, H.R.; BARBOSA, R.I., LUZ, F.J.F. Pimentas do gênero *Capsicum* cultivadas em Roraima, Amazônia brasileira. II. Hábitos e formas de uso. **Acta Amazonica**, v.37, p561-568, 2007.

NUEZ-VIÑALS, F.; DíEZ, M.J.; RUIZ, J.J.; FÉRNANDEZ de CÓRDOVA, P.; COSTA, J.; CATALÁ, M.S.; GONZÁLEZ, J.A.; RODRIGUEZ, A. **Catálogo de semillas de pimiento**. Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria). Madrid. 108p. 1998.

OLIVEIRA, E.J. de. **Análise multivariada no estudo da divergência genética entre cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. (Dissertação de mestrado) – UFV, Viçosa. 1989. 91p.

OLIVEIRA, M.S.P., FERREIRA, D.F.; SANTOS, J.B. Seleção de descritores para caracterização de germoplasma de açaizeiro para produção de frutos. **Pesquisa agropecuária brasileira**. p.1133-1140, 2006.

PEREIRA, A.V.; VENCOSKY, R.; CRUZ, C.D. Selection of botanical and agronomical descriptors for the characterization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) germplasm. **Revista Brasileira de Genética**. p.115-124, 1992.

PICKERSGILL, B. The domestication of chili peppers. The domestication and exploitation of plants and animals. London, p.443-450, 1969.

PICKERSGILL, B. Cytogenetics and evolution of *Capsicum* L. In: Tsuchia,T; Gupta, P.K. Chromosome engineering plants: genetics, breeding evolution. Amsterdam, p.139-160, 1991.

POZZOBON MT; SCHIFINO-WITTMAN; BIANCHETTI LB. Chromosome numbers in wild and semidomesticated Brazilian *Capsicum* L. (Solanaceae) species: do  $x = 12$  and  $x = 13$  represent two evolutionary lines? **Botanical Journal of the Linnean Society**. p.259-269, 2006.

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

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

REIFSCHNEIDER, F.J.B. (Org.). **Capsicum: Pimentas e pimentões no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia. Embrapa Hortaliças. 113p., 2000.

REIFSCHNEIDER, F.J.B., RIBEIRO, C.S. da C. Cultivo. In: RIBEIRO, C.S. da C.; LOPES, C.A.; CARVALHO, S.I.C.; HENZ, G.P.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. **Pimentas Capsicum**. Brasília: Embrapa Hortaliças. p.39-54. 2008.

REIFSCHNEIDER, F. J. B., RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A. Pepper production and breeding in Brazil - present situation and prospects. **Capsicum Newsletter**. p.23-31,1998.

RUFINO, J.L. dos S.; PENTEADO, D.C.S. **Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte. p.7-15. 2006.

SARTORIO, S. D. **Aplicações de técnicas de análise multivariada em experimentos agropecuários usando o software R**. (Dissertação de mestrado) - ESALQ, Piracicaba. 2008. 131p.

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

SMITH, P.G., HEISER, C.B. Taxonomy of *Capsicum chinense* Jacq and the geographic distribution of the cultivated *Capsicum* species. **Bulletim of the Torrey Botanical Club**. p.413-420, 1957.

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



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

TANKSLEY, S.D. High rates of cross-polinization in Chile pepper. **HortScience**. p.580-582. 1984.

TEIXEIRA, R. **Diversidade em Capsicum: análise molecular, morfoagronômica e química**. (Dissertação de mestrado) – UFV, Viçosa. 1996. 84p.