

SÉRGIO ROGÉRIO ALVES DE SANTANA

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI (*VIGNA
UNGUICULATA* (L.) WALP.) POR DESCRITORES MORFOAGRONÔMICOS E
VARIÁVEIS MULTICATEGÓRICAS**

RECIFE - PE

2017

SÉRGIO ROGÉRIO ALVES DE SANTANA

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI (*VIGNA
UNGUICULATA* (L.) WALP.) POR DESCRITORES MORFOAGRONÔMICOS E
VARIÁVEIS MULTICATEGÓRICAS**

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

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Professor Dr. Gerson Quirino Bastos - Orientador - DEPA/UFRPE

Dr. Antonio Félix da Costa – Coorientador - IPA

RECIFE – PE

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S232d Santana, Sérgio Rogério Alves de.
Divergência genética em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.)
Walp.) por descritores morfoagronômicos e variáveis multicategóricas / Sérgio
Rogério Alves de Santana. – 2017.
85 f. : il.

Orientador: Gerson Quirino Bastos.
Coorientador: Antonio Félix da Costa.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Melhoramento Genético de
Plantas, Recife, BR-PE, 2017.
Inclui referências e anexos.

1. Dissimilaridade 2. Caracterização 3. Melhoramento 4. Feijão-caupi
I. Bastos, Gerson Quirino, orient. II. Costa, Antonio Félix da, coorient. III. Título

CDD 664

“Os que se encantam com a prática sem a ciência, são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino”.

Leonardo da Vinci

A Deus, por ter me dado a vida e a força de lutar
todos os dias e por estar sempre comigo.

OFEREÇO

Aos meus pais, Sérgio Humberto Santana e Gelead Alves de Pinho Santana,
pelo amor, compreensão, carinho e apoio nos momentos difíceis. Às minhas Irmãs,
Renata Alves e Gizelle Karoline e a
minha namorada Jackeline Terto.

DEDICO

Aos meus queridos mestres professor Dr. Gerson Quirino e Dr. Antonio Félix da
Costa, por todos os ensinamentos.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pela saúde, fé e força de vencer todas as dificuldades que se levantaram ao longo de todo o trajeto percorrido. A oportunidade de alcançar mais um dos objetivos traçados na minha vida e tudo que ainda há por vir;

A minha mãe, Gelead Alves de Pinho Santana, e ao meu pai, Sérgio Humberto de Santana, pelos ensinamentos e orientações que contribuíram para minha formação enquanto pessoa. Como também o carinho e amor, principalmente nas horas mais difíceis;

As minhas irmãs, Renata Alves de Santana e Gizelle Karoline Alves de Santana, pelos constantes incentivos de seguir a carreira acadêmica e pelos momentos felizes que sempre tivemos juntos;

A minha namorada Jackeline Terto da Silva, companheira de turma e de vida, sempre demonstrando carinho e amor nos momentos mais difíceis. Tendo compartilhado dos meus sonhos e ideais, os quais tenho certeza que conseguiremos alcança-los;

Ao professor Gerson Quirino Bastos, pela orientação, paciência, conhecimentos transmitidos e, principalmente, pelos incentivos e força durante o desenvolvimento deste trabalho, muito obrigado;

Aos professores Clodoaldo José da Anunciação Filho, José Wilson da Silva, Francisco José de Oliveira, Valderez Pontes Matos e José Luiz Sandes de Carvalho Filho, Renata Oliveira por todo apoio e estímulo oferecido;

Ao querido Drº Antonio Felix da Costa, sempre disponível para esclarecer qualquer dúvida que viesse aparecer, tanto na elaboração e execução do projeto como na elaboração da dissertação, pela disponibilização de toda a estrutura do Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA);

A todos os professores e funcionários da Pós-Graduação em Agronomia-Melhoramento Genético de Plantas da Universidade Federal Rural de Pernambuco

(UFRPE), que de forma direta ou indireta contribuíram para a minha formação como pessoa, como também formação quanto profissional;

A minha amiga e colega de curso Jamile Érica, por todo apoio dado na execução e avaliação do trabalho em campo e por todo apoio e incentivo oferecido;

Aos meus colegas de curso, Thalyson Vasconcelos, Djayran Sobral, Edilton de Albuquerque, Cleyton, Islan Diego, Fernando Antônio, Ricardo de Normandes, Jackeline Terto, Thalyta Amaral, Roberta Rocha, Maria Dulcineia, Fabian, Flavia Gomes, Gersia Gonçalves, João Carlos e aos demais que de forma direta ou indireta contribuíram para a execução deste trabalho;

Ao supervisor da Estação Experimental de Itapirema, Manoel Américo de Carvalho Fonseca pela disponibilização da área para execução do experimento, assim como dos funcionários da estação para qualquer atividade proposta a ser realizada;

Ao técnico Agrícola da Estação Experimental de Itapirema, Leandro Gomes, por toda atenção ofertada ao experimento, todo acompanhamento e preocupação;

A toda equipe colaboradora da Estação Experimental de Itapirema (IPA), especialmente à equipe do Programa Feijão, pelo total apoio durante o desenvolvimento da pesquisa;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade dada de realizar o curso de Graduação e Pós-Graduação nessa querida Instituição;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão do auxílio financeiro ofertado.

LISTA DE SIMBOLOS E ABREVIATURAS

% - Porcentagem

CV – Coeficiente de variação

cm – Centímetro

m – metro

g – Grama

kg – Quilograma

t – Tonelada

IPA- Instituto Agrônomo de Pernambuco

D²- Distância Generalizada de Mahalanobis

UPGMA - Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean

FI - Floração inicial

rg- Correlação genotípica

rf- Correlação fenotípica

ra- Correlação ambiental

IBPGR - International Board for Plant Genetic Resources

CV- Comprimento da vagem

NVPE - Número de vagens por pedúnculo

NVP - Número de vagens por planta

PV - Peso da vagem

PGV – Peso de grãos de dez vagens

NGV - Número de grãos por vagem

PCG - Peso de 100 grãos

PROD - Produtividade

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1. Distribuição das regiões produtoras de feijão-caupi no Brasil FONTE: FREIRE FILHO et al., (2011).....	21
--	----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) POR CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS

Figura 1. Dendrograma resultante da análise de agrupamento pelo método UPGMA obtido com base nas distâncias D^2 de Mahalanobis, estimada a partir de dez descritores avaliados em 30 genótipos de feijão-caupi. Goiana- PE, 2017.....60

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1. Classificação botânica do feijão-caupi, adaptada de Freire Filho et al., (2011).....	22
---	----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) POR CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS

Tabela 1. Origem e características dos genótipos do banco de germoplasma do Instituto Agronômico de Pernambuco utilizado no experimento.....56

Tabela 2. Resumos das análises de variância, quadrados médios e coeficientes de variação do erro experimental (CV) referente aos caracteres avaliados em 30 genótipos de Feijão-caupi, em Goiana-PE, 2017.....57

Tabela 3. Dados pluviométricos da Estação Experimental de Itapirema, Goiana -PE, 2016.57

Tabela 4. Valores médios resultantes da aplicação do teste de Scott–Knott, nas variáveis avaliadas: Início da floração (IF), número de vagens por pedúnculo (NVPE), número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagem (CV), peso de dez vagens (PV), peso dos grãos de dez vagens (NGV), peso de cem grãos (REND) obtidas a partir da avaliação de 30 genótipos de feijão-caupi, Goiana-PE, 2017.....58

Tabela 5. Agrupamento dos 30 genótipos de feijão-caupi por meio do método de Otimização de Tocher, em função da distância generalizada de Mahalanobis. Goiana-PE, 2017.....59

Tabela 6. Contribuição relativa dos caracteres para divergência genética- Singh (1981), em 30 genótipos de Feijão-caupi, em Goiana-PE, 2017.....59

LISTA DE TABELAS

CORRELAÇÕES FENOTÍPICAS, GENOTÍPICAS E AMBIENTAIS PARA COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE FEIJÃO-CAUPI

CAPÍTULO III

Tabela 1. Estimativa dos coeficientes de correlação fenotípicas (r_f), genotípicas (r_g) e ambientais (r_e) em dez variáveis agronômicas avaliadas em trinta genótipos de feijão-caupi, em Goiana-PE, 2017.....	73
--	----

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA	18
1. INTRODUÇÃO GERAL	19
2. ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO	21
3. CLASIFICAÇÃO BOTÂNICA	22
4. REPRODUÇÃO SEXUADA	23
5. IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA E NUTRICIONAL	24
6. MELHORAMENTO GENÉTICO.....	25
6.1. OBJETIVOS DO MELHORAMENTO GENÉTICO.....	26
6.2. CARACTERIZAÇÃO DO GERMOPLASMA	26
6.3. RECURSOS GENÉTICOS	27
7. MEDIDAS PARA ESTIMAR A DIVERSIDADE GENÉTICA	29
8. MÉTODOS DE AGRUPAMENTO	30
9. CORRELAÇÃO.....	32
10. REFERÊNCIAS.....	35
CAPÍTULO II - DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI (<i>VIGNA UNGUICULATA</i> (L.) WALP.) POR CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS	41
Resumo	42
Abstract.....	43
Introdução.....	44
Material e métodos	46
Resultados e discussão	48
Conclusões.....	53
Agradecimentos	53
Referências	53
CAPÍTULO III - CORRELAÇÕES FENOTÍPICAS, GENOTÍPICAS E AMBIENTAIS PARA COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE FEIJÃO-CAUPI	61
Resumo	62
Abstract.....	63
Introdução.....	64
Material e métodos	66

Resultados e discussão	67
Conclusões.....	71
Agradecimentos.....	71
Referências	71
ANEXOS	74

RESUMO GERAL

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) possui uma grande importância socioeconômica, principalmente nas regiões Norte/Nordeste, constituindo um dos principais componentes alimentares de suas populações, sendo uma importante fonte de emprego e renda para pequenos e médios produtores. O melhoramento genético dessa espécie vem se tornando cada vez mais relevante nos países produtores dessa leguminosa. Dentre as diversas metodologias empregadas para realizar o melhoramento, a divergência genética vem se destacando. Essa análise vem auxiliando a classificação de genótipos em grupos e facilitando a escolha de genitores com características desejáveis para o objetivo do programa. Algumas pesquisas já foram realizadas para a obtenção de novas variedades que possuam características agrônomicas desejáveis, no entanto, as pesquisas no estado de Pernambuco estão sendo desenvolvidas de forma incipiente. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar 30 genótipos de feijão-caupi do Banco de Germoplasma do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), por meio de descritores morfoagronômicos e determinar a divergência genética entre eles. Foram avaliadas características qualitativas e quantitativas de acordo com os descritores morfoagronômicos propostos pela Biodiversity International (2007). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, obtendo-se as médias, a matriz de variância e covariâncias residuais. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, para todos os descritores analisados. Com as medidas de dissimilaridade foram realizadas as análises de agrupamento, sendo empregada a técnica de multivariáveis. Também foram estimados os coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e ambiental entre os pares de caracteres. Existe divergência genética entre os genótipos estudados, podendo ser utilizada pelos melhoristas no melhoramento da cultura. As características quantitativas foram as que mais contribuíram para a discriminação da divergência genética entre os genótipos estudados. Os cruzamentos entre os genótipos Pitiúba x Cabeçudo, Pitiúba x Manteiga e Pitiúba x Costela de Vaca podem originar novas combinações gênicas, por apresentarem divergência genética e por possuírem características agrônomicas favoráveis. Existe um alto componente genético na expressão fenotípica dos caracteres avaliados, com grande probabilidade de ganhos genéticos através de ciclos de seleção para o melhoramento da cultura. Entre os caracteres avaliados o número de vagem por planta, o peso de dez vagens e o peso de grãos por vagem são mais indicados para seleção de genótipos promissores.

Palavras-chave- dissimilaridade. caracterização. melhoramento. feijão-caupi

GENERAL ABSTRACT

Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) Has great socioeconomic importance, mainly in the North / Northeast, constituting one of the main food components of its populations, being an important source of employment and income for small and medium producers . The genetic improvement of this species has become increasingly relevant in the countries producing this legume. Among the several methodologies used to perform the breeding, the genetic divergence has been highlighted. This analysis has helped to classify genotypes into groups and facilitated the choice of parents with characteristics desirable for the purpose of the program. Some researches have already been carried out to obtain new varieties that have desirable agronomic characteristics, however, the researches in the state of Pernambuco are being developed in an incipient way. The objective of this study was to characterize 30 cowpea genotypes of the Germplasm Bank of the Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA), using morphoagronomic descriptors and to determine the genetic divergence between them. Qualitative and quantitative characteristics were evaluated according to the morphoagronomic descriptors proposed by Biodiversity Intenational (2007). The data were submitted to analysis of variance, obtaining the means, the variance matrix and residual covariance. The averages were purchased by the Scott-Knott test, at 5% probability, for all descriptors analyzed. With dissimilarity measures, the cluster analyzes were performed, using the multivariate technique. The coefficients of phenotypic and genotypic and environmental correlation between the pairs of characters were also estimated. There is genetic divergence among the studied genotypes, and can be used by breed improvement breeders. The quantitative characteristics contributed the most to the discrimination of the genetic divergence among the studied genotypes. The crosses between the genotypes Pitiúba x Cabeçudo, Pitiúba x Manteiga and Pitiúba x Costela de Vaca may originate new genetic combinations, because they present genetic divergence and because they have favorable agronomic characteristics. There is a high genetic component in the phenotypic expression of the evaluated traits, with a high probability of genetic gains through selection cycles for crop improvement. Among the characters evaluated, the number of pods per plant, the weight of ten pods and the weight of grains per pod are more suitable for selection of promising genotypes.

Key words: dissimilarity. characterization. breeding. cowpea

CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é um dos maiores produtores de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) do mundo, sendo sua produção concentrada nas regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste do país, com uma área plantada de aproximadamente 1,2 milhão de hectares e produção de 482.665 toneladas (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2015). Apresenta-se com uma grande importância socioeconômica para essas regiões por gerar emprego e renda para a população, principalmente no âmbito da agricultura familiar (LIMA et al., 2007).

Uma das principais culturas do Norte e Nordeste, o feijão-caupi é considerado uma fonte nutricional importantíssima para as regiões tropicais e subtropicais, principalmente devido ao seu elevado teor de proteína e importantes frações de lipídeos, açúcares, cálcio, ferro, potássio, fósforo e diversos aminoácidos essenciais. Apresenta propriedades nutricionais superiores às do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*); possui genótipos com ampla rusticidade e adaptabilidade às condições de estiagem, a solos com baixa fertilidade e possui relativamente baixo custo de produção (VALADARES et al., 2010).

Para o melhoramento genético da cultura é de grande importância identificar novos genótipos que possam ser utilizados nos programas de melhoramento genético do feijão-caupi, como também, caracterizar esses genótipos. A divergência genética é uma das formas que possibilitam as estimativas para a identificação de genitores que, quando cruzados, possam proporcionar a formação de híbridos com maiores efeitos heteróticos e que proporcionem maior segregação em recombinações, possibilitando o surgimento de genótipos transgressivos (CRUZ et al., 2014).

Várias pesquisas vêm sendo realizadas com relação à divergência genética em diferentes culturas como alho (VIANA et al., 2016), algodão (GILIO et al., 2017), maracujá (CHAGAS et al., 2016). Todos visando selecionar genitores que possam ser utilizados para formação de híbridos ou até mesmo para a formação de novas populações segregantes, oriundas do intercruzamento de genótipos divergentes com características agronômicas complementares.

Os estudos realizados para ter acesso à diversidade genética por meio de técnicas multivariadas são conduzidos a partir da avaliação simultânea de vários caracteres que permitem inúmeras inferências a partir do conjunto de dados obtidos (CRUZ et al., 2014). As técnicas são empregadas tanto para caracteres expressos por dados quantitativos quanto qualitativos, facilitando os estudos sobre a diversidade de diferentes genótipos gerando informações importantes para o melhoramento e manutenção dos recursos genéticos vegetais (RIBEIRO et al., 2005).

Dentre as técnicas multivariadas mais utilizadas estão os métodos aglomerativos de Tocher (RAO, 1981) e UPGMA (Ligação média entre grupo), baseados na distância generalizada de Mahalanobis (D^2), proposta por Mahalanobis (1936), e como identificação da importância dos caracteres, o método de Singh (SINGH, 1981). Nestes métodos a seleção dos parentais é baseada tanto no maior desempenho dos genótipos quanto nas divergências genéticas entre estes (BERTINI et al., 2009).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar 30 genótipos de feijão-caupi do Banco Ativo de Germoplasma do IPA (BAG-IPA), por meio de descritores morfoagronômicos e determinar a divergência genética entre eles, tomando os resultados como base para escolha de genitores que apresentem características superiores relacionadas à produção e qualidade do grão.

2. ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO

O gênero *Vigna* ocorre nas regiões tropicais e subtropicais com uma ampla distribuição mundial. A África apresenta a maioria das espécies, sendo 66 delas consideradas endêmicas, podendo pressupor que o gênero *Vigna* teve sua evolução ligada a esse continente. Entre as espécies que ocorrem na África, *V. unguiculata* (L.) Walp) se destaca por apresentar rusticidade e adaptabilidade às condições de estiagem e a solos com baixa fertilidade.

O feijão-caupi é cultivado nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, tendo o continente africano como maior produtor. Também é cultivado na Ásia, América, Europa e Oceania, sendo produzido em cerca de 97 países. O Brasil ocupa a terceira posição entre os maiores produtores mundiais (FAO, 2017).

Acredita-se que o feijão-caupi foi introduzido na América Latina no Século XVI, pelos colonizadores espanhóis e portugueses, no primeiro momento entre as colônias espanholas e, em seguida, no Brasil, provavelmente no estado da Bahia (FREIRE FILHO et al., 2005).



Figura 1. Distribuição das regiões produtoras de feijão-caupi no Brasil
FONTE: FREIRE FILHO et al., (2011).

Atualmente, no Brasil, o feijão-caupi é cultivado predominantemente nas regiões Norte e Nordeste, no entanto, também se encontra em todas as regiões do país (Figura 1). Na região Nordeste, sua produção concentra-se nas áreas semiáridas onde outras culturas leguminosas anuais não se desenvolvem satisfatoriamente. Isso pode ser explicado por se tratar de uma espécie bastante rústica, bem adaptada às condições de clima e solo da região (FREIRE FILHO et al., 2011).

3. CLASIFICAÇÃO BOTÂNICA

O feijão-caupi é uma planta dicotiledônea que pertence à ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseolae, subtribo Phaseolina, gênero *Vigna*, secção Catiang, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp.) (VERDECOURT, 1970) citado por (FREIRE FILHO et al., 2005) (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação botânica do feijão-caupi, adaptada de Freire Filho et al., (2011).

Classificação botânica de <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	
Reino	Plantae
Divisão	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordem	Fabales
Família	Fabaceae
Subfamília	Faboideae
Tribo	Phaseolae
Subtribo	Phaseolina
Gênero	<i>Vigna</i>
Espécie	<i>Vigna unguiculata</i>

Apresenta folhas trifoliadas com estípula na base do pecíolo, com dois folíolos nas laterais de forma oblíquos em relação ao central. Sua inflorescência é formada a partir do eixo central, constituindo de um racemo modificado contendo de seis a oito pares de gemas florais que são dispostas alternadamente. Suas flores são perfeitas, zigomorfas e geralmente são distribuídas aos pares no racemo e nas extremidades

do pedúnculo, que se desenvolve a partir da axila da folha. Apresenta cálice do tipo pentâmero, persistente e gamossépalo, apresentando coloração que pode ir do verde ao roxo. Sua corola assim como o cálice é pentâmera e dialipétala, sendo a maior pétala o estandarte, que é a única pétala que se abre completamente na antese. O estandarte fica localizado na região posterior da flor enquanto as demais quatro pétalas continuam na mesma posição que ocupavam na gema.

Suas pétalas variam de coloração podendo ser totalmente brancas ou roxas. Suas flores apresentam dez estames cada uma, onde nove estão unidos uns aos outros, sendo um livre. O carpelo apresenta estigma encurvado e úmido. O ovário é estreito e alongado, com os óvulos distribuídos em linha, o que explica o comprimento extenso da vagem. Suas flores abrem-se nas primeiras horas do dia (cerca de 5h00), dificultando a polinização pelos insetos. Já em relação ao comprimento das vagens, varia com a cultivar (FREIRE FILHO et al., 2011).

A espécie apresenta vários nomes vulgares no Brasil, cuja variação depende da região, sendo mais conhecido como feijão-de-corda, feijão-macassar, feijão-caupi – Nordeste, feijão de colônia, feijão de praia – Norte, feijão miúdo- Sul, feijão catador e gurutuba- algumas regiões da Bahia e norte de Minas Gerais, feijão fradinho- estados da Bahia e Rio de Janeiro (FREIRE FILHO et al., 2005).

4. REPRODUÇÃO SEXUADA

A reprodução sexuada é baseada no processo meiótico de divisão celular, onde o número de cromossomos das células reprodutivas é reduzido à metade para formar os gametas: oosfera e grãos de pólen. Essa divisão tem grande importância por gerar variabilidade por meio da divisão reducional e independente dos cromossomos e dos crossing-over (BORÉM; MIRANDA, 2009).

O feijão-caupi é uma planta diploide, com 22 cromossomos, autógama, com aproximadamente 99% de autofecundação, apresentando na mesma flor o órgão masculino e feminino, os quais são protegidos por pétalas, apresentando o fenômeno da cleistogamia. Por essa razão, as flores já abrem polinizadas, necessitando-se fazer a emasculação para realizar cruzamentos entre parentais (FREIRE FILHO et al., 2005).

A reprodução das espécies autógamas se dá pela transferência do pólen de uma antera para o estigma da mesma flor ou outra flor da mesma planta, resultante da ausência de incompatibilidade em autofecundação (BORÉM; MIRANDA, 2009).

5. IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA E NUTRICIONAL

A grande produção de feijão-caupi no Brasil encontra-se nas regiões Norte e Nordeste, constituindo um dos principais componentes alimentares, além de ser uma importante fonte de renda para população. No período de 2005 a 2009, a cultura gerou em média 1.113.109 empregos/ano, produziu suprimento alimentar para mais de vinte e oito (28.205.327) milhões de pessoas e gerou uma produção anual no valor de R\$ 604.825.333 reais (FREIRE FILHO et al., 2011).

O aspecto nutricional do feijão-caupi se destaca entre outros alimentos, seus grãos são fontes de proteínas, aminoácidos essenciais, tiamina, niacina, fibras dietéticas, entre outros. É considerado uma das fontes alimentares mais importantes e estratégicas (SOUSA, 2005). Apresenta aproximadamente 23 a 25% de proteínas, 62% de carboidratos, 2% de lipídios. Em relação aos ácidos graxos, destaca-se o palmítico (50%), seguido dos ácidos esteáricos, oléico e linoléico, sendo este último um nutriente essencial para a alimentação humana. Além disso, apresenta vitaminas e minerais (SALGADO et al., 2008).

A desnutrição vem aumentando cada dia mais, afetando quase metade da população mundial, especialmente as pessoas menos favorecidas da sociedade, como crianças, adolescentes e mulheres grávidas. Cerca de 1,2 bilhão de pessoas não consomem alimentos em quantidades adequadas para suprir suas necessidades básicas de energia. Uma das doenças mais comuns entre a população brasileira é a anemia Ferropriva, causada pela deficiência nutricional de ferro, tendo ocorrência registrada em cerca de 30 a 80% das crianças com menos de cinco anos de idade (CARVALHO, 2015).

O feijão-caupi está sendo estudado pelo Programa Desafio em Biofortificação quanto ao potencial de melhoramento para o teor de micronutrientes, principalmente ferro e zinco, nutrientes importantes para a população que sofre com problemas nutricionais (NUTTI et al., 2015). O ferro é requerido em todos os tecidos do corpo,

pois ele está diretamente relacionado com as funções celulares básicas, sendo muito importante para os músculos, cérebro e células vermelhas do sangue, as quais estão relacionadas à defesa do organismo (RIOS et al., 2011). Para a população brasileira, o feijão, juntamente com a carne, são as principais fontes de ferro, correspondendo respectivamente a 32% e 20% desse elemento (NUTTI et al., 2015).

Produtos biofortificados como o feijão representam uma forma sustentável e de baixo custo para combater as deficiências nutricionais, além disso, complementam o fornecimento de suplementos vitamínicos e minerais para os alimentos. No Brasil existem alguns programas de biofortificação como o HarvestPlus, o AgroSalud e o BioFort, todos coordenados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) agroindústria de alimentos.

6. MELHORAMENTO GENÉTICO

No Brasil, o melhoramento genético do feijão-caupi pode ser dividido em quatro fases, sendo elas:

- **1ª Fase (1925 a 1963)**- Foram realizadas as primeiras introduções de germoplasma, no entanto essas introduções não possuíam recomendações para cada região;
- **2ª Fase (1963 a 1973)**- Iniciou-se a integração entre as pesquisas com feijão-caupi dos diversos institutos de pesquisa e Universidades, tendo as primeiras coletas, caracterização e avaliação de germoplasma, contribuído para a liberação das primeiras cultivares de feijão-caupi no Brasil, realizada pela Universidade Federal do Ceará;
- **3ª Fase (1973 a 1991)**- A Embrapa montou uma equipe de trabalho com feijão-caupi e estruturou uma rede de âmbito nacional de pesquisa sob a liderança da Embrapa Arroz e Feijão, no município de Santo Antônio de Goiás- GO, contudo, no ano de 1991, a rede sofreu uma desestruturação, sendo transferida a liderança para a Embrapa Meio-Norte, em Teresina, Piauí- PI (FREIRE FILHO et al., 2011);
- **4ª Fase (1991 até os dias atuais)**- A rede passou por uma ampliação, incluindo todos os estados da região Norte, Nordeste e os estados de Mato

Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e São Paulo. Nessa fase puderam-se observar grandes avanços na qualidade dos grãos, resistência a vírus, arquitetura da planta e precocidade, viabilizando a cadeia produtiva em larga escala de forma mecanizada no cerrado brasileiro.

6.1. OBJETIVOS DO MELHORAMENTO GENÉTICO

O feijão-caupi tinha um mercado bem restrito, sendo cultivado e consumido por uma pequena parte da população. Seu cultivo era realizado por pequenos e médios agricultores familiares. Sua produção era destinada ao comércio nas regiões Norte e, principalmente, Nordeste. Atualmente, esse cenário não é mais o mesmo, o feijão-caupi já alcançou produtores empresariais, com lavouras totalmente mecanizadas e sua produção já está chegando aos grandes centros de comércio, como as regiões Centro-Oeste e Sudeste, assim como também ao exterior.

Devido a essa mudança, o melhoramento genético da espécie visa alguns pontos como: desenvolver cultivares de porte semiprostrado para a agricultura familiar; cultivares de porte ereto para a agricultura empresarial mecanizada; aumento da produtividade, adaptabilidade e estabilidade de produção; resistência a pragas e doenças; tolerância a altas temperaturas e estresse hídricos; aumento dos teores de proteínas, ferro, zinco e fibra alimentar digestível dos grãos, melhorar a qualidade visual e culinária dos grãos e desenvolver cultivares adaptadas a todas as regiões do país (FREIRE FILHO et al., 2011).

6.2. CARACTERIZAÇÃO DO GERMOPLASMA

Para se utilizar um genótipo em um programa de melhoramento é necessário haver informações sobre o mesmo. Este genótipo deve estar devidamente caracterizado a fim de permitir ganhos genéticos com maior eficiência no melhoramento, como também potencializar o uso destes recursos pelos agricultores e produtores (COELHO et al., 2007).

Para realizar o estudo dos acessos a serem explorados é necessária a utilização de descritores morfoagronômicos, denominados assim por se tratar de dados morfológicos e agrônomo simultaneamente, os quais constam na lista do

Bioversity International (2007), órgão internacional que elabora descritores e recomenda-os para várias espécies.

De acordo com Sobral et al. (2006), os descritores morfológicos mais utilizados são: características da planta - altura, largura, hábito de crescimento, ramificações; características de folha - forma, largura, comprimento, cor, tipo de borda e nervuras; características da flor - forma, cor, tipo de cálice; características do fruto - comprimento de vagem, forma da vagem, cor da vagem, número de sementes por vagem, cor da semente, forma da semente, peso de cem sementes e classe comercial.

Para o feijão-caupi, é comum a utilização de descritores relacionados à precocidade, hábito de crescimento, porte da planta e produtividade. Entre eles destacam-se: floração inicial, hábito de crescimento, porte da planta, comprimento da vagem, número de vagens por planta, número de vagens por pedúnculo, número de grãos por vagem, peso de 100 grãos e produção de grãos (SOBRAL et al., 2006; TORRES et al., 2008; MACHADO et al., 2008; SANTOS et al., 2009). Isso acontece devido à maioria dos trabalhos se concentrarem, principalmente, na busca de genótipos mais precoces, de plantas eretas e produtivas, além da qualidade das sementes e a resistência às pragas e doenças.

Alguns descritores morfológicos são bastante influenciados pelo ambiente, no entanto, encontram-se trabalhos que demonstram que alguns destes descritores apresentam pouca influência ambiental no comportamento de genitores. Silva et al. (2005) relatam que ao avaliar a variabilidade de cinco genitores de feijão-vagem não verificaram variações proeminentes entre marcadores morfoagronômicos e a nível molecular.

6.3. RECURSOS GENÉTICOS

Segundo Wetzel et al. (2005), a comunidade científica internacional está bastante preocupada com a deriva genética desde a década de 60, principalmente aquelas que ocorrem dentro das espécies cultivadas. Os autores ainda afirmam que em 1982 o Internacional Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), atual Bioversity International, reuniu em Nova Delhi, Índia, um grupo de especialistas em *Vigna* para discutir o estado da arte dos recursos genéticos desse gênero. Após

reuniões os pesquisadores recomendaram as devidas ações a serem tomadas, considerando a fundamental importância de suas espécies para os países da Ásia e da África.

Como fruto dessa reunião, foram reconhecidos os institutos e suas coleções base de *Vigna* existentes: espécie domesticada, *Vigna unguiculata* (L.) Walp). – International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria e National Seed Storage Laboratory (NSSL), Estados Unidos da América, espécies silvestres- *Vigna* spp. – Faculdade de Ciências Agrárias do Estado, em Gembloux, Bélgica.

Como recursos genéticos disponíveis para o fitomelhoramento no desenvolvimento de novas populações, linhagens e cultivares de feijão-caupi estão os quatro tipos de coleção, que são:

- **Coleção de base de âmbito internacional:** Facilmente encontrada em um instituto internacional de pesquisa, a qual tem como objetivo assegurar o material genético para as demandas atuais e futuras dos diversos programas de melhoramento genético de todos os países interessados. Para o feijão-caupi essa coleção se encontra localizado no IITA, contendo cerca de 15.200 acessos de espécies cultivadas, coletados em mais de 100 países, e 1450 acessos de espécies silvestres (COHEN et al., 1991).
- **Coleção de base de âmbito nacional:** Geralmente pertence a uma instituição nacional de pesquisa localizada em um lugar estratégico. No Brasil, a coleção do feijão-caupi localiza-se no Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen), em Brasília, Distrito Federal. Esta contém cerca de 4.000 acessos e tem como principal função atender as demandas dos programas de melhoramento genético do país (WETZEL, et al., 2005).
- **Coleção ativa:** É destinada a atender as necessidades de germoplasma da instituição que a detém. Para o feijão-caupi, há duas coleções ativas no Brasil: a primeira localizada na Embrapa Meio-Norte, em Teresina-PI, que contém aproximadamente 3.500 acessos e destina-se a atender a todas as instituições que fazem parte do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), e a outra localizada no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE, contendo 941 acessos e atende às

demandas das instituições que participam do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária - SNPA.

- **Coleção de trabalho:** Tem uma variabilidade restrita e constitui o material genético manuseado no dia a dia pelo melhorista. Para o feijão-caupi, têm-se três coleções de trabalho localizadas na Embrapa Meio-Norte, no Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) e na Embrapa Semiárido (CPATSA).

No Brasil, o melhoramento genético do feijão-caupi é realizado pela Embrapa Meio-Norte, a qual tem em sua coleção de trabalho acessos provenientes de coletas realizadas no país, introduzidas pelo IITA, como também alguns acessos introduzidos dos Estados Unidos.

7. MEDIDAS PARA ESTIMAR A DIVERSIDADE GENÉTICA

Define-se diversidade genética como qualquer medida quantitativa ou diferença genética que se encontra a nível de sequência ou nível de frequência alélica, que é calculada entre indivíduos, populações ou espécies (MOHAMMADI e PRASANNA, 2003). Existem duas formas básicas para se avaliar a diversidade genética, sendo uma de natureza quantitativa e outra preditiva. Dentre essas duas formas, os métodos preditivos recebem maior importância, pois dispensam a obtenção prévia de combinações híbridas (CRUZ et al., 2014). Esses métodos se baseiam em diferenças morfológicas, agronômicas e moleculares, mensurando alguma medida de dissimilaridade que possa expressar o grau de diversidade genética entre os genótipos avaliados.

As técnicas multivariadas permitem a avaliação simultânea de vários caracteres e permitem que inúmeras inferências sejam feitas a partir de dados com o objetivo de avaliar um conjunto de variáveis aleatórias que são relacionadas entre si, discriminando caracteres e estimando a diversidade em uma coleção de germoplasma. Na seleção de genitores, não é favorável a escolha a partir de características específicas, sendo assim, quando se faz a seleção baseada em um conjunto de características a probabilidade de ganho é mais significativa. Por isso se tem observado o aumento no uso de técnicas multivariadas para quantificar a divergência genética, pois elas permitem considerar simultaneamente inúmeras características (SUDRÉ, 2007).

Bertini et al. (2009) estudaram a divergência genética em 16 acessos de feijão-caupi de diferentes origens sendo aplicados os métodos multivariados e as técnicas de agrupamento por meio do método de otimização de Tocher e método hierárquico UPGMA, e chegaram à conclusão que os caracteres que mais contribuíram para a diversidade genética foram o comprimento de vagem (69,04%) e o peso de cem sementes (19,94%) e os que menos contribuíram foram a produção por planta (gramas) (1,34%), produção total (gramas) (2,12%), número de vagens por planta (2,70%) e número de sementes por vagem (2,72%).

Santos et al. (2014) estimaram a divergência genética em 20 genótipos de feijão-caupi, todos de porte prostrado e semiprostrado. Utilizaram a análise de agrupamento, com o método hierárquico aglomerativo de Ward e concluíram que os caracteres massa de cinco vagens e massa de 100 grãos foram mais sensíveis em proporcionar divergência genética entre os genótipos estudados.

Dentre os métodos multivariados mais usados para avaliar a divergência em feijão-caupi estão os métodos de agrupamento que possuem a finalidade de reunir, por critérios de classificação, genitores em vários grupos, de maneira que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre os grupos (CRUZ et al., 2012).

8. MÉTODOS DE AGRUPAMENTO

A análise de agrupamento proporciona a identificação de grupos de indivíduos similares após a estimação de uma matriz de dissimilaridade. Existem diversas técnicas de agrupamento, das quais o pesquisador tem que decidir qual delas é mais adequada ao seu propósito. Entre as análises multivariadas por métodos de agrupamento, os métodos hierárquicos e por otimização são os que realizam o agrupamento de subamostras, utilizando o princípio de estabelecer maior homogeneidade dentro do grupo que entre os grupos (CRUZ et al., 2014).

Nos métodos hierárquicos não há mais a preocupação com o número de grupos formados, pois os indivíduos são agrupados por um processo que se repete em vários níveis, envolvendo a construção de uma hierarquia, originando-se um dendrograma ou diagrama de árvore. Dentre os métodos hierárquicos mais utilizados estão o método de ligação simples (single linkage) ou vizinho mais

próximo, ligação completa (complete linkage) ou vizinho mais distante e ligação média entre grupos (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean – UPGMA) (CRUZ e RAGAZZI, 2001).

Já nos métodos de otimização, os grupos são estabelecidos aperfeiçoando determinado critério de agrupamento, diferindo dos métodos hierárquicos pelo fato dos grupos formados serem mutuamente exclusivos (CRUZ e REGAZZI, 2001). Um método de otimização bastante utilizado é o método proposto por Tocher, onde se adota o critério de se manter a distância média intragrupo sempre inferior a qualquer distância intergrupos (RAO, 1981).

Passos et al. (2007) avaliaram a divergência genética em 22 genótipos de feijão-caupi de porte prostrado e 20 de porte semi-ereto em um ciclo de produção utilizando o método de otimização de Tocher fundamentado na matriz de dissimilaridade, expressa pela distância de Mahalanobis (D^2). Os autores puderam observar a distribuição dos genótipos estudados em nove grupos distintos entre os genótipos de porte prostrado e oito grupos distintos entre os genótipos de porte semi-ereto. Nos genótipos de porte prostrado, os integrantes do grupo I e VI tiveram as maiores medidas de dissimilaridade, correspondendo à maior distância média, enquanto nos genótipos de porte semiereto, a maior medida de dissimilaridade foi apresentada pelos grupos I e V, indicando ser este o mais favorável nos intercruzamentos. A maior divergência genética (D^2) encontrada foi na combinação dos genótipos TE97-367G-3 com TE93-244-23F-1 de porte prostrado e TE97-321G-4 com TE97-404-1E-1 de porte semi-ereto, com valor de 23,7 e 32,1, respectivamente.

O método de agrupamento UPGMA utiliza a média das distâncias entre todos os pares de genótipos para a formação de cada grupo (CRUZ et al., 2014). Esta metodologia é amplamente adotada no melhoramento vegetal para a representação das distâncias em estudos multivariados apresentando superioridade em relação aos demais hierárquicos em estudos filogenéticos (BERTAN et al., 2006).

Elias et al. (2007) avaliaram 45 cultivares locais de feijão-comum do grupo comercial preto com base na distância generalizada de Mahalanobis empregando o método UPGMA, agrupando as cultivares em sete grupos. A cultivar CFE 22 (grupo 7), quando comparada com as outras 44 cultivares, apresentou-se como a mais

distante em 39 casos. Por outro lado, as cultivares superiores nas características relevantes e que apresentaram divergência para gerar variabilidade nas populações segregantes foram as cultivares CFE 25, CFE 100 e FT Nobre (grupo 2). Destacando-se com médias superiores em pelo menos seis das características avaliadas.

Para que seja utilizado um desses métodos de agrupamento é necessária a utilização de uma medida de dissimilaridade preestabelecida (CRUZ e REGAZZI, 2001), como a distância Euclidiana média e a distância generalizada de Mahalanobis (D^2). A metodologia de Mahalanobis é a mais utilizada e pode ser empregada quando se tem a matriz de covariâncias residuais estimada a partir de ensaios experimentais com repetições. Vários trabalhos em diversas culturas utilizando essa medida de dissimilaridade são relatados na literatura, com pimenta (BATISTA & SILVA FILHO, 2014); soja (PELUZIO et al., 2014); mamão (DAMASCENO JÚNIOR et al., 2015); feijão-comum (SEBIM et al., 2016).

9. CORRELAÇÃO

A correlação reflete o grau de associação entre dois caracteres. Seu conhecimento é importante por possibilitar ao melhorista o conhecimento sobre como a seleção para um caráter influencia a expressão de outros caracteres (FREIRE FILHO, 1988).

O estudo da relação existente entre os caracteres é importante no melhoramento, pois a característica não é tratada de forma isolada, mas sim, um agrupamento destas. É fundamental para o melhorista saber as possíveis alterações que podem ocorrer com um caráter quando se trabalha com o melhoramento de outra característica (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992). Uma grande dificuldade que existe devido a essa associação entre os caracteres é a seleção quando um deles apresenta baixa herdabilidade.

A correlação pode ter causas genéticas e ambientais, no entanto, só as causas genéticas envolvem uma associação de natureza herdável, podendo ser utilizada em programas de melhoramento genético (CRUZ et al., 2014). Esse fato pode ser explicado devido à pleiotropia, quando um gene é responsável pelo

controle da manifestação de várias características. Por outro lado, nas correlações ambientais, os caracteres são influenciados pelo ambiente, promovendo correlações com valores negativos ou valores positivos que indicam que os dois caracteres são beneficiados ou prejudicados pelas mesmas causas de variação ambiental (CRUZ et al., 2014).

Vários trabalhos vêm sendo realizados com correlação em feijão-caupi que na sua maioria priorizam a correlação entre o rendimento de grãos e os componentes primários. Este conhecimento sobre a correlação favorece os ganhos de produtividade obtidos por uma seleção indireta, visto que a seleção de forma direta sobre o rendimento de grãos nem sempre é satisfatória diante da complexidade genética deste caráter.

Andrade et al. (2010) estimaram parâmetros genéticos em 14 genótipos de feijão-caupi de vagem roxa e grãos brancos em caracteres associados com a produção de feijão fresco. Constatou-se que as maiores estimativas para o coeficiente de variação genética (CVG) foram os caracteres produtividade de vagens frescas (30,16%) e produtividade de grãos frescos (31,62%), indicando que dentre todos os caracteres estudados, estes dois mostraram maior variabilidade. Variabilidade entre os caracteres possibilita a maior probabilidade de ganhos genéticos com a seleção em ciclos adicionais com base no fenótipo para o melhoramento do feijão fresco.

Silva e Neves (2011) avaliaram 20 genótipos de feijão-caupi de porte semiprostrado quanto ao potencial de rendimento e seus componentes, em cultivo de sequeiro e irrigado. O coeficiente de variação genética (CVG) variou de médio a alto onde os maiores valores foram obtidos para comprimento de vagem (93,29%), peso de 100 grãos (92,29%) e produtividade (88,54%). No geral, as correlações genotípicas apresentaram valores superiores às suas correspondentes correlações fenotípicas e de ambiente, tanto em cultivo de sequeiro quanto irrigado, demonstrando amplas possibilidades de seleção entre as linhagens com relação à maioria dos caracteres estudados.

Correa et al. (2012), avaliando parâmetros genéticos e correlações entre caracteres de interesse agrônomo em 19 genótipos de feijão-caupi, sendo 15 linhagens avançadas e quatro cultivares, observaram a existência de ampla

variabilidade genética na população. As mais altas correlações genótípicas e fenotípicas positivas e significativas foram entre os pares de caracteres: massa de cinco vagens x produtividade; número de grãos em cinco vagens x produtividade de grãos secos; comprimento de vagens x número de grãos em cinco vagens; massa de 100 grãos x massa de cinco vagens e dias para o florescimento x dias para a maturação. Os caracteres massa de cinco vagem e número de grãos em cinco vagens são os componentes que mais contribuem para a produção de grãos do feijão-caupi, superando a massa de 100 grãos.

10. REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. N.; ROCHA, M. M.; GOMES, R. L.; FREIRE FILHO, F. R.; RAMOS, S. R. R. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi avaliados para feijão fresco. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p.253-258, 2010.

BATISTA, M. R. A.; SILVA FILHO, D. F. Caracterização morfoagronômica de pimenta não pungentes do gênero *Capsicum* spp, da Amazônia. **Agroambiente**, v. 8, n. 2, p.204-211, 2014.

BERTAN, I.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, J. A. G.; BENIN, G.; VIEIRA, E. A.; SILVA, G. O.; HARTWIG, I.; VALERIO, I. P.; FINATTO, T. Dissimilaridade genética entre genótipos de trigo avaliados em cultivo hidropônico sob estresse por alumínio. **Bragantia**, v.65, p.55-63, 2006.

BERTINI, C. H. C.; TEÓFILO, E.M.; DIAS, F. T. C. Divergência genética entre acessos de feijão-caupi do banco de germoplasma da UFC. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, p.99-105, 2009.

BIODIVERSITY INTERNATIONAL. **Descritores de Feijão-caupi** (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), 2007. Disponível em: <<http://www.biodiversityinternational.org/e-library/publications/detail/descriptors-for-cowpea/>>. Acesso em: 26 Mar. 2015.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 2009, 529p.

CARVALHO, J. L. V.; NUTTI, M. R.; **Biofortificação de produtos agrícolas para nutrição humana**. In: Reunião anual de SBPC, 64, 2012. São Luis. Anais eletrônicos. Disponível em: <www.bdpa.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 20 Nov. 2015.

CHAGAS, K.; ALEXANDRE, R. S.; SCHILDT, E. R.; BRUCKNER, C. H.; FALEIRO, F. G. Divergência em genótipos de maracujazeiro azedo, com base em características físicas e químicas dos frutos. **Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p.524-531. 2016

COELHO, M. M. Diversidade genética em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Rural**, v.37, n.5, p.1247, 2007.

SANTANA, S.R.A. Divergência genética em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)...

COHEN, J. I.; WILLIAMS, J. T.; PLUCKNETT, D. L.; SHANDS, H. Ex situ conservation of plant genetic resources: global development and environmental concerns. **Science**, Washington, v. 253, n. 5022, p.866-872, 1991.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 4 Safra 2016/17 - Décimo primeiro levantamento, Brasília, p. 1-171 agosto 2017. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_08_10_11_27_12_boletim_graos_agosto_2017.pdf. Acesso em: 05 jul. 2017.

CORREA, A. M.; CECCON, G.; CORREA, C. M. A.; DELBEN, D. S. Estimativa de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres fenológicos e morfoagronômicos em feijão-caupi. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 1, p.88-94, 2012.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Volume 2 – 3ª Edição. Editora UFV, Viçosa, p.668, 2014.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, v. 2, p.514, 2012.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV, Viçosa, v. 1, p.290, 2001.

DAMASCENO JÚNIOR, P. C.; PEREIRA, T. N. S.; SILVA, F. F.; REIS, M. V. M.; PEREIRA, M. G. Diversidade genética em duas espécies de Caricáceas e suas relações genéticas com *Carica papaya* L. **Ciência Agronômica**, v. 46, n. 4, p.733-739, 2015.

ELIAS, T. H.; VIDIGAL, M. C. G.; GONELA, A.; VOGT, G. A. Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão-preto em Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 42, n. 10, p.1443-1449, 2007.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database -. Crops. Cowpeas dry, 2016 year. FAO, 2017. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>. Acesso em 19 de jun. 2017.

SANTANA, S.R.A. Divergência genética em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)...

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. do S.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, p.84, 2011.

FREIRE FILHO, F. R. **Origem, evolução e domesticação do caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. In: ARAÚJO, J. P. P.; WATT, E. E. (Org.). O caupi no Brasil. Goiania: Embrapa- CNPAF; Ibadan: IITA, p.25-46, 1988.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.) **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa informações tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, p.28-92, 2005.

GILIO, T. A. S.; ARAULO, D. V.; KRAUSE, W.; ROSA, H. H. R.; ASCARI, J. P. Divergência genética em genótipos de algodão em condições de safra e safrinha. **Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 2, p.377, 2017.

LIMA, C. J. G. S.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; ALMEIDA JUNIOR, A. B. Resposta do feijão-caupi a salinidade da água de irrigação. **Revista Verde Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.2, n.2, p.79-86, 2007. Disponível em: <http://gvaa.com.br/revista/index.php> Acesso em: 26 Mai. 2016.

MACHADO, C.; TEXEIRA, N. J. P.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. M.; GOMES, R. L. F. Identificação de genótipos de feijão-caupi quanto à precocidade, arquitetura da planta e produtividade de grãos. **Agronômica**, v.39, n.1, p.114-123, 2008.

MAHALANOBIS, P. C. On the generalized distance in statistics. **Proceedings of the National Institute of Science of India**, v. 12, n. 1. p.49-55, 1936.

MOHAMMADI, S. A.; PRASANNA, B. M. Analysis of genetic diversity in crop plants – salient statistical tools and considerations. **Crop Science**, v. 43, n. 4, p.1235-1248, 2003.

NUTTI, M. R.; CARVALHO, J. L. V.; WATANABE, E. **A biofortificação como ferramenta para combate a deficiências em micronutrientes**. Disponível em: <www.cprm.gov.br>. Acesso em: 26 Jun. 2015.

PASSOS, A. R.; SILVA, S. A.; CRUZ, P. J.; ROCHA, M. M.; CRUZ, E. M. O.; ROCHA, M. A. C.; BAHIA, H. F. Divergência genética em feijão-caupi. **Bragantia**, v.66, n. 04, p.579-586, 2007.

PELUZIO, J. M.; LOPES, L. A.; CARVALHO, E. V.; AFFERRI, F. S.; DOTTO, M. A. Características agronômicas e diversidade genética de cultivares de soja para percentagem de óleo nas sementes. **Ciências Agrárias**, v. 57, n. 57, p.1-8, 2014.

RAO, A. V.; PRASAD, A. S. R.; SAI KRISHNA, T.; SECHU, D. V.; SRINIVASAN, T. E. Genetic divergence among some brown planthopper resistant rice varieties. **The Indian Journal of Genetic Plant Breeding**, v.41, n.2, p.179-185, 1981.

RIBEIRO, N. D.; LONDERO, P. M. G.; HOFFMANN JUNIOR, L.; POERSCH, N. L.; CARGNELUTTI FILHO, A. Dissimilaridade genética para teor de proteína e fibra em grãos de feijão dos grupos preto e de cor. **Brasileira de Agrociência**, v. 11, n.2, p.167-173, 2005.

RIOS, S. A.; PAES, M. C. D.; ABREU, S. C.; CARDOSO, W. S. **Deficiências nutricionais e a biofortificação de alimentos**. In: BORÉM, A.; RIOS, S. A. (Ed.). Milho biofortificado. Visconde do Rio Branco: Suprema, p.9-21, 2011.

SALGADO, S. M.; LIVEIRA, A. V. S.; GUERRA, N. B. **Aspectos alimentares**. In: BRITO, E. S. (Ed.). Feijão-caupi. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. p.25-38, 2008.

SANTOS, J. A. S.; TEODORO, P. E.; CORREA, A. M.; SOARES, C. M. G.; RIBERIO, L. P.; ABREU, H. K. A. Desempenho agronômico e divergência genética entre genótipos de feijão-caupi cultivados no ecótono Cerrado/Pantanal. **Bragantia**, v.73, p.377-382, 2014.

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T.; BRITO, C. H.; SANTOS, M. C. C. A. Produção e componentes produtivos de variedades de feijão-caupi na microrregião Cariri Paraibano. **Engenharia Ambiental**, v.6, n.1, p.214-222, 2009.

SEBIM, D. E.; OLIVEIRA, P. H.; BRUSAMARELLO, A. P.; BARRETA, D. R.; BRUM, B. Diversidade genética entre populações de feijão crioulo através da análise multivariada de caracteres morfoagronômicos. **Espacios**, v. 37, n. 16, p.19, 2016.

SILVA, M. P.; AMARAL JUNIOR, A. T.; PEREIRA, M. G.; RODRIGUES, R.; DAHER, R. F.; POSSE, S. C. P. Diversidade genética e identificação de híbridos por marcadores RAPD em feijão-de-vagem. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 03, p.531-539, 2005.

SILVA, J. A. L.; NEVES, J. A. Componentes de produção e suas correlações em genótipos de feijão-caupi em cultivo de sequeiro e irrigado. **Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p.702-713, 2011.

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

SOBRAL, P. V. C.; RAMOS, S. R. R.; ROCHA, M. M.; FREIRE FILHO, F. R.; SANTOS, J. O.; MEIRELLES, A. C. S. **Caracterização agronômica de variedades tradicionais de feijão-caupi do banco de Germoplasma da Embrapa Meio-Norte**. Teresina, p.4, 2006. Disponível em: www.dap.ufam.edu.br/congresso/resumo/agrarias/06_agrarias.pdf Acesso em: 02 Mar. 2016.

SOUSA, V. F. Apresentação. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.) Feijão-caupi: Avanços tecnológicos. Brasília: **Embrapa informação Tecnológica**.. p.338-365, 2005.

SUDRÉ, C. P. Genetic resources of vegetable crops: a survey in Brazilian germplasm collections pictured through papers published in the journals of the Brazilian Society for Horticultural Science. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.4, p.496-503, 2007.

TORRES, S. B.; OLIVEIRA, F. N.; OLIVEIRA, R. C.; FERNANES, J. B. Produtividade e morfologia de acessos de caupi, em Mossoró, RN. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.4, p.537-539, 2008.

VALADARES, R. N.; MOURA, M. C. C. L.; SILVA, A. F. A.; SILVA, L. S.; VASCONCELOS, M. C. C. A.; SILVA, R. C. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) de porte ereto/semiereto nas mesorregiões leste e sul Maranhense. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 6, p.21-27, 2010.

SANTANA, S.R.A. Divergência genética em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)...

VENCOVSKY R.; BARRIGA P. Associação entre caracteres. in: VENCOVSKY R. and BARRIGA P. Genética biométrica aplicada ao fitomelhoramento. **Sociedade Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, p.335-486, 1992.

VERDCOURT, B. **Studies in the Leguminosae- Papilionoideae for the of tropical East Africa IV**. Kew Bulletin, v.24, p.597-569, 1970.

VIANA, J. P. G.; PIRES, C. J.; PINHEIRO, J. B.; VALENTE, S. E. S.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F. Divergência genética em germoplasma de alho. **Ciência Rural**, Santa Maria. v.46, n.2, p.203-209, 2016.

WETZEL, M. M. V. S.; FRIRE, M. S.; FAIAD, M. G. R.; FREIRE, A. B. **Recursos genéticos: coleção ativa e de base**. In: FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, Teresina: Embrapa Meio-Norte, p. 29-92, 2005.

CAPÍTULO II - Divergência genética entre genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) por caracteres morfoagronômicos

Divergência genética entre genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) por caracteres morfoagronômicos

Sérgio Rogério Alves de Santana¹, Jamile Erica de Medeiros¹, Clodoaldo José da Anunciação Filho¹, José Wilson da Silva¹, Antonio Félix da Costa² e Gerson Quirino Bastos¹

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Av. Dom Manoel de Medeiros s/n, CEP: 52171-900, Recife, PE. E-mail: sergiorogério1@hotmail.com, jamileerica@hotmail.com, bastogq@hotmail.com, cjooseufrpe@hotmail.com, jwsamaral@hotmail.com.br.²Instituto Agrônomo de Pernambuco, Av. General San Martin, n.1371, CEP: 50761-000, Recife, PE. E-mail: felix.antonio@ipa.br.

Resumo- O feijão-caupi possui grande importância socioeconômica, principalmente nas regiões Norte/Nordeste do Brasil. Devido a este fator o melhoramento genético dessa espécie vem se tornando cada vez mais relevante. O trabalho teve como objetivo avaliar a divergência genética entre genótipos de feijão-caupi do Banco Ativo de Germoplasma do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), a fim de indicar os mais divergentes e produtivos para cruzamentos genéticos visando o melhoramento da cultura. O ensaio foi conduzido na Estação experimental de Itapirema (IPA), Goiana-PE, em delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições. Utilizaram-se 30 genótipos sendo duas testemunhas (Miranda IPA 207 e Paulistinha). Foram avaliados: início de floração, número de vagem/pedúnculo, número de vagem/planta, comprimento médio de vagem, peso de dez vagens, peso dos grãos de dez vagens, índice de grãos, número de grãos em dez vagens, peso de cem grãos, rendimento de grãos/hectare, porte, cor da flor, da folha, da vagem e do grão e a forma do grão. As características quantitativas foram as que mais contribuíram para a discriminação da divergência genética. Os cruzamentos entre Pitiúba x Cabeçudo, Pitiúba x Manteiga e Pitiúba x Costela de Vaca podem originar novas combinações gênicas. Existe divergência genética entre os genótipos.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, análise multivariada, seleção de genitores, variabilidade.

**Genetic divergence among cowpea genotypes (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) by
morphoagronomic characters**

Abstract- Cowpea has great socioeconomic importance, mainly in the North / Northeast of Brazil, due to this factor the genetic improvement of this species has become increasingly relevant. The objective of this study was to evaluate the genetic divergence between cowpea genotypes of the germplasm bank of the Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA), in order to indicate the most divergent and productive for genetic crosses aiming the improvement of the crop. The experiment was conducted at the experimental station of Itapirema (IPA), Goiana-PE, in a randomized complete block design with four replicates. A total of 30 genotypes were used, two of which were controls (Miranda IPA 207 and Paulistinha). The following parameters were evaluated: flowering, pod / stalk number, pod / plant number, pod length, weight of ten pods, weight of ten pods, grain index, number of grains in ten pods, weight of one hundred grains, Yield of grains / hectare, size, color of flower, leaf, pod and grain and grain shape. The quantitative characteristics contributed the most to the discrimination of genetic divergence. The crossings between Pitiúba x Cabeçudo, Pitiúba x Manteiga and Pitiúba x Costela de Vaca can originate new genetic combinations. There is genetic divergence among genotypes.

Index terms: *Vigna unguiculata*, multivariate analysis, selection of parents, variability.

Introdução

O feijão-Caupi é uma das culturas mais importantes para a região Nordeste, sendo considerada a principal cultura de subsistência das populações da zona rural, cultivada por pequenos e médios produtores dessa região e por grandes produtores da região Centro Oeste, contribuindo para a geração de emprego e renda (Xavier et al., 2005). É uma importante fonte de proteína e aminoácidos essenciais, além de possuir fibras dietéticas, constituindo um componente básico para a alimentação das populações da região.

O Brasil figura entre os três maiores produtores de feijão-caupi no mundo com produção estimada de 669,2 mil toneladas para a safra 2016/2017 (Conab, 2017). No entanto, a grande produção deste grão contrasta com sua baixa produtividade, o que gera déficit de oferta permanente na região Nordeste. A produtividade média brasileira está em torno de 300 kg ha⁻¹, porém a cultura apresenta potencial de 3.000 kg ha⁻¹ em condições experimentais (Bezerra, 1997), com expectativa que seu potencial genético ultrapasse 6 t ha⁻¹ (Freire filho et al., 2005).

Alguns avanços na cultura do feijão-caupi podem ser mencionados, graças ao melhoramento genético, como o desenvolvimento de cultivares mais precoces e uniformes; resistência e tolerância a estresses bióticos e abióticos; porte semiereto com inserção das vagens acima da folhagem e uniformidade de maturação das vagens; maior estabilidade e adaptabilidade, entre outros. (Freire Filho et al., 2009).

Devido à grande importância que a cultura possui no Brasil, especialmente para a região Nordeste, é necessário que estudos sejam realizados para avaliar a divergência genética, visando à seleção de genótipos mais divergentes e de maior potencial produtivo. A avaliação da diversidade genética das populações possibilita o conhecimento das melhores combinações híbridas com maior efeito heterótico e maior heterozigose (Passos et al., 2007).

Segundo Barbieri et al. (2005), quanto maior a divergência entre os genitores, maior a variabilidade resultante na população segregante e maior a probabilidade de reagrupar os alelos em novas combinações favoráveis. Allard (1960) afirma que para se obter genótipos superiores o melhor caminho é a utilização de genitores com ampla diversidade genética para as características morfoagronômicas de interesse agrícolas.

As informações obtidas a partir da caracterização e avaliação dos materiais provenientes dos bancos de germoplasma são verdadeiras ferramentas para os melhoristas. A caracterização de germoplasma tem sido realizada por meio de vários caracteres morfoagronômicos, sendo empregadas diversas técnicas multivariadas, como a análise por componentes principais; a análise por variáveis canônicas e os métodos de agrupamento, onde sua aplicação depende da utilização de uma medida de dissimilaridade previamente estimada (Oliveira et al., 2003).

Dentre as técnicas multivariadas, os métodos de agrupamento como Tocher (Rao, 1952) e UPGMA (ligação média entre grupos), baseados na distância generalizada de Mahalanobis (D^2), recebem destaque, sendo bastante utilizados pelos pesquisadores para estimar a divergência genética no feijão-caupi, (Oliveira et al., 2003; Passos et al., 2007; Bertini et al., 2009; Almeida et al., 2011; Santos et al., 2014).

Nesse trabalho, objetivou-se avaliar a divergência genética entre os genótipos de feijão-caupi do Banco de Germoplasma do Instituto Agrônomo de Pernambuco, a fim de indicar os mais divergentes e produtivos como genitores de cruzamentos genéticos visando o melhoramento da cultura.

Material e métodos

Foram utilizados 30 genótipos de feijão-caupi de porte ereto e semiereto, obtidos junto ao (BAG-IPA), oriundos de várias localidades da região Nordeste, os quais compuseram os tratamentos, sendo eles: Rasga Letra, Cabeçudo, Pitiúba, Manteiga, Coruja, Canapu PE, Paulistinha, Epace 10, Maravilha, Miranda IPA 207, BRS Xiquexique, BRS Tumucumaque, BRS Guariba, Sempre Verde verdadeiro, Bastião, Sempre Verde Salgueiro, Bastiãozinho, Patativa, Chico Modesto 2, Rouxinol, Esperança, Portalegre RN1, Canapuzinho, Safrinha 1, Pele de Moça, CNC 0434, BR 10 Piauí, Bajão, Costela de Vaca e BRS Novaera.

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Itapirema-IPA, localizada na BR101 Norte, km 53, Goiana-PE, no período de Junho a Outubro de 2016. O solo onde realizou-se o ensaio é classificado como Espodosolo, com textura arenossiltoso. O preparo do solo ocorreu 15 dias antes do plantio, realizando-se aração e gradagem.

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. A parcela experimental foi representada por uma fileira de 3,0 m de comprimento, com espaçamento entre fileiras de 0,80 m e 0,25 m entre plantas, tendo no total 12 covas por fileira. A área da parcela foi de 2,4 m² sendo também sua área útil. O plantio foi realizado em covas com profundidade em torno de 5 a 10 cm, semeando-se três sementes por cova, juntamente com a adubação de fundação recomendada para a cultura no estado de PE. Não houve desbaste e o cultivo foi realizado na condição de sequeiro. O controle das pragas e das plantas invasoras foram realizados de acordo com a necessidade.

Os descritores foram baseados na lista proposta pelo Bioversity International (2007), com adaptações, sendo avaliados em seis plantas por parcela, respeitando-se a fase da planta para cada um deles.

Os descritores quantitativos foram: floração inicial (FI) - número de dias do plantio até o início da floração; comprimento de vagem (CV) - comprimento médio de dez vagens secas tomadas ao acaso; número de vagens por pedúnculo (NVPE) - quantidade de vagens dividida pela quantidade de pedúnculos; número de vagens por planta (NVP) - número de vagens em seis plantas; peso de vagem (PV) - peso de dez vagens colhidas ao acaso em seis plantas selecionadas; peso de grãos de dez vagens (PGV) – peso dos grãos de dez vagens avaliadas; índice de grãos (IG) - relação entre o peso de sementes de dez vagens e o peso de dez vagens; número de grãos por vagem (NGV) - média do número de grãos de dez vagens secas; peso de 100 grãos (PCG) - média do peso de três repetições de 100 grãos com aproximadamente 13% de umidade; produtividade (PROD) - produção total de grãos/hectare.

Os descritores qualitativos foram: porte da planta - classificado em ereto, semiereto, semiprostrado e prostrado; cor das folhas - classificadas em verde escuro = VE, verde intermédio = VI, verde claro = VC; cor das flores - branca = B, roxa = R; cor da vagem – coloração apresentada pela vagem seca: amarelo = AM, amarelo claro = AC, marrom claro = MC, vermelho = VER); cor do grão - coloração apresentada pelo grão quando seco; forma do grão - reniforme, globosa, arredondado, ovóide ou rombóide. Foi realizada a colheitas de forma manual e 15 dias após foi realizada uma segunda colheita.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, obtendo-se as médias, a matriz de variância e as covariâncias residuais. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade para todos os descritores quantitativos analisados. Foram realizadas análises de agrupamento pelos métodos aglomerativo de Tocher e Hierárquico-UPGMA (ligação média entre grupo), a partir da distância generalizada de Mahalanobis (D^2) (Mahalanobis, 1936), com auxílio do programa GENES (Cruz, 2012).

Resultados e discussão

Os caracteres qualitativos apresentaram variabilidade entre os genótipos (Tabela 1), com destaque para a cor dos grãos, característica muito importante para a comercialização. Foram observadas colorações que variaram desde o misturado (3,33%) até o marrom (70%). No Brasil há uma preferência por grãos de coloração clara, sem halo e com hilo e anel do hilo pequenos, de cor clara (Freire filho et al., 2011).

Para a característica porte, cerca de 10% dos genótipos apresentaram porte ereto, característica desejada para colheita mecanizada, enquanto os demais apresentaram porte semiereto. A forma do grão variou desde arredondado (3,33%) ao ovalado (46,66%). No comércio de grãos empacotados, predominam as formas reniforme, ovalada e losangular, todas sem arestas marcantes, refletindo assim a preferências dos consumidores (Freire filho et al., 2011). Os resultados encontrados evidenciam a existência de variabilidade genética no germoplasma do feijão-caupi para as características avaliadas.

O coeficiente de variação para os dez caracteres oscilou entre 4,39%, para índice de grão e 23,65% para rendimento de grãos, indicando no geral, uma boa precisão experimental (Tabela 2). Os tratamentos apresentaram diferenças significativas pelo teste F ($p < 0,01$) para todos os caracteres estudados. O número médio de dias para o início de floração foi 46,53 dias, com uma amplitude de 40,25 a 58,75 dias. Estes resultados condizem com o observado por Silva et al., (2013), ao avaliar diferentes cultivares de feijão-caupi para a produção de grãos verdes, em Serra Talhada-PE, obtiveram média entre 43,50 e 55,25 dias.

Para o rendimento de grãos por hectare observou-se uma média geral de 1.090 kg ha⁻¹, sendo semelhante às encontradas por Matos Filho et al., (2009) e Lopes et al., (2001), que encontraram médias de 1.007 e 1,049 kg ha⁻¹, respectivamente. No entanto, foi inferior às médias encontradas por Teixeira et al., (2010) e Bezerra et al., (2008), que foram de 1.307 e

1.705 kg ha⁻¹, respectivamente. Esta baixa produtividade média pode estar relacionada com a baixa precipitação ocorrida no período de condução do experimento, quando foram observados apenas 181,0 mm (Tabela 3), sendo grande parte no mês de Julho e muito pouco nos meses de Agosto, Setembro e Outubro. Este volume está abaixo da necessidade mínima da cultura que é de 300 mm, sendo a disponibilidade de água um dos fatores ambientais que mais influenciam na produtividade vegetal, principalmente em regiões semiáridas (Bastos et al., 2012).

Além disso, observou-se uma diminuição da precipitação nos meses de Agosto e Setembro, chovendo apenas 46,1mm e 47,5mm, respectivamente, justamente quando os genótipos entraram na fase reprodutiva, o que contribuiu para uma diminuição da produtividade do feijão-caupi, uma vez que essa é uma das fases em que a cultura é mais sensível ao déficit hídrico (Bezerra et al., 2003).

Os valores médios dos dez caracteres estudados em seis plantas para cada tratamento, as médias gerais e os resultados da aplicação do teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade são apresentados na Tabela 4.

Os valores médios do número de vagem por planta variaram de 4,0 a 13,54 para os genótipos Bastiãozinho e BRS Novaera, respectivamente. Os valores médios para comprimento de vagem variaram entre 15,35 e 25,89 cm. para os genótipos Cabeçudo e Bajão, respectivamente. Para o peso de vagens (52,55g), peso de grãos por vagem (38,47g) e peso de cem grãos (29,18g) o genótipo Manteiga apresentou as melhores médias, superior às testemunhas Paulistinha e Miranda IPA 207. A média geral para o número de grãos por vagem foi de 12,32 sendo que apenas 30% dos genótipos foram superiores à testemunha de maior valor (Miranda IPA 207), com destaque para os genótipos Pitiúba (14,35 grãos por vagem) e Bastião (14,27 grãos por vagem).

O método de agrupamento proposto por Tocher, citado por Rao (1952), a partir das distâncias generalizadas de Mahalanobis (1936), possibilitou a divisão dos 30 genótipos em três grupos distintos (Tabela 5). O grupo I abrangeu a maior parte dos genótipos, 27 ao total, sendo eles: Rasga Letra, Cabeçudo, Pitiúba, Manteiga, Coruja, Canapu PE, Paulistinha, Epace 10, Maravilha, Miranda IPA 207, BRS Xiquexique, BRS Tumucumaque, BRS Guariba, Sempre Verde Verdadeiro, Bastião, Sempre Verde Salgueiro, Bastiãozinho, Patativa, Chico Modesto 2, Rouxinol, Esperança, Portalegre RN1, Canapuzinho, Safrinha 1, Pele de Moça, CNC 0434 e BR 10 Piauí. O grupo II abrangeu os genótipos Bajão e Costela de Vaca. Observando-se as características quantitativas para os dois genótipos, ambos se destacaram dos demais por possuírem maior número de dias para o início da floração, maior comprimento de vagem e maior peso de vagens. O grupo III abrangeu apenas o genótipo BRS Novaera, apresentando características quantitativas bem divergentes em relação aos demais genótipos, como maior número de vagens por pedúnculo, maior número de vagens por planta, menor comprimento de vagem, menor peso de vagem, menor peso de grãos por vagem, menor índice de grãos, menor número de grãos por vagem e menor rendimento.

Os três grupos formados representam, portanto, 90, 6,67 e 3,33% dos genótipos estudados. Os resultados encontrados ratificam a assertiva na escolha dos descritores, mostrando que eles foram eficientes para separar em grupos distintos os genótipos avaliados. Semelhantemente, Bertini et al. (2009), utilizando 13 descritores em 16 acessos de feijão-caupi, observaram a formação de nove grupos distintos pelo método de Otimização de Tocher, com base na distância de Mahalanobis, constatando a eficiência dos descritores utilizados na discriminação dos acessos diferentes.

A maior distância média encontrada foi entre os grupos II e III (129,87), apresentando as maiores divergências entre os grupos, o que permite recomendar como genitores em cruzamentos a utilização dos genótipos destes grupos que apresentem boas características

SANTANA, S.R.A. Divergência genética em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)...

agronômicas de forma a possibilitar o surgimento de melhores combinações genéticas. A menor distância média foi encontrada entre os grupos I e II (66,08), não sendo, portanto, indicado o cruzamento entre os genótipos destes grupos, devido à baixa probabilidade de surgimento de genótipos superiores nas gerações segregantes.

Por meio da análise UPGMA dos 30 genótipos baseadas na distância generalizada de Mahalanobis (D^2) e com corte a partir da distância média entre os genótipos, houve a formação de quatro grupos distintos (Figura 1).

O grupo I abrangeu 25 genótipos: Rasga Letra, Pitiuba, Coruja, Canapu PE, Paulistinha, Epace 10, Maravilha, Miranda IPA 207, BRS Xiquexique, BRS Tumucumaque, BRS Guariba, Sempre Verde Verdadeiro, Bastião, Sempre Verde Salgueiro, Bastiãozinho, Patativa, Chico Modesto 2, Rouxinol, Esperança, Canapuzinho, Safrinha 1, Pele de Moça, Porta Alegre RN 1, CNC 0434 e BR 10 Piauí, correspondendo a 83,33% dos acessos estudados; o grupo II abrangeu os genótipos Cabeçudo e Manteiga, o grupo III abrangeu os genótipos Bajão e Costela de Vaca. O grupo IV abrangeu apenas o genótipo BRS Novaera, confirmando esse genótipo como o mais divergente entre todos, visto que ele se encontra em um grupo exclusivo separado dos demais grupos nas duas metodologias.

As maiores divergências genéticas encontradas com base na distância de Mahalanobis foram obtidas entre os pares de genótipos BRS Novaera X Costela de Vaca ($D^2=164,30$), BRS Novaera X Bajão ($D^2= 155,01$) e BRS Novaera X Manteiga ($D^2=141,55$), enquanto as menores distâncias foram encontradas entre os genótipos Canapu PE X Paulistinha ($D^2=3,13$), Rasga Letra X Epace 10 ($D^2=3,26$) e Maravilha X Sempre Verde Verdadeiro ($D^2=3,35$) (Dados não apresentados).

A distância máxima de D^2 foi observada em sua maioria quando os genótipos eram combinados com o genótipo BRS Novaera, o que o indica como o mais divergente no grupo

de genótipos avaliados. Apesar de não ter uma produtividade elevada, esse genótipo possui grande destaque para a característica número de vagens por planta e peso de cem grãos, ambos diretamente ligados à produtividade.

Os pares de genótipos mais divergentes podem ser utilizados em cruzamentos, resultando em novas combinações gênicas. Dessa forma, considerando o conjunto das características agronômicas de produção e a distância genética entre os genótipos, as recombinações entre o genótipo Pitiúba, que apresentou média precocidade, bom comprimento de vagem, bom índice de grãos, bom número de grãos por vagem e alta produtividade, atrelado ao porte semiereto, à cor e à forma do grão, características que atendem ao desejo dos produtores e consumidores, pode ser combinado com os genótipos Cabeçudo, Manteiga e Costela de Vaca, por também apresentarem boas características agronômicas como: peso de vagem, peso de grãos por vagem, número de grãos por vagem, peso de cem grãos e elevada produtividade, podendo originar novas combinações gênicas favoráveis para o melhorista.

Utilizando-se o método de Singh (1981) para obtenção da contribuição relativa dos caracteres, os que mais contribuíram para a diversidade genética dos 30 genótipos foram o peso de vagem (18,70%), floração inicial (18,40%), comprimento da vagem (14,74%) e peso de cem grãos (10,61%). Esses resultados indicam que há variabilidade genética para esses caracteres dentro das populações avaliadas. Os caracteres que menos contribuíram foram o número de grãos por vagem (2,75%) e o índice de grãos (3,29%) (Tabela 6).

Vários estudos com divergência genética em feijão-caupi têm apresentado diferenças em seus resultados quanto à contribuição relativa de cada uma das características. Bertini et al. (2009), avaliando 16 acessos do BAG-UFC, verificaram que os caracteres que mais contribuíram para a divergência genética foram o comprimento de vagem (69,04%) e o peso de cem sementes (19,94%). Já Santos et al. (2014), avaliando 20 genótipos, sendo nove

SANTANA, S.R.A. Divergência genética em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)...

linhagens e onze cultivares comerciais, observaram que as características que mais contribuíram para a divergência genética foram peso de grãos de cinco vagens (43,2%) e peso de cem grãos (28,8%).

Conclusões

Existe divergência genética entre os 30 genótipos de feijão-caupi do Banco de Germoplasma do IPA, podendo ser utilizada pelos melhoristas no melhoramento da cultura;

As características quantitativas foram as que mais contribuíram para a discriminação da divergência genética entre os genótipos estudados;

Os cruzamentos entre os genótipos Pitiúba x Cabeçudo, Pitiúba x Manteiga e Pitiúba x Costela de Vaca podem originar novas combinações gênicas por apresentarem divergência genética e por possuírem características agrônômicas favoráveis.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa; ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) pela concessão das sementes, da área do experimento e mão de obra; e à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) por todo o apoio dado durante o curso.

Referências

ALLARD, R.W. **Principles of plant breeding**. New York: John Wiley e Sons. 1960, p.458.

ALMEIDA, W.S.; BELEM, F.R.F.; BERTINI, C.H.C.M.; PINHEIRO, M.S.; TEOFILO, E.M. Identificação de genótipos de feijão-caupi tolerantes a salinidade avaliado por meio de método multivariado. **Ciência Rural**, v.41, n.11, p.1884-1889, 2011.

SANTANA, S.R.A. Divergência genética em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)...

BARBIERI, R.L.; LEITE, D.L.; CHOER, E.; SINIGAGLIA, C. Divergência genética entre populações de cebola com base em marcadores morfológicos. **Ciência Rural**, v. 35, n. 02, p. 303-308, 2005.

BASTOS, E.A.; RAMOS, H.M.M.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; NASCIMENTO, F.N.; CARDOSO, M.J. Parâmetros fisiológicos e produtividade de grãos verdes do feijão-caupi sob déficit hídrico. **Water Resources and Irrigation Management**, v.1, n.1, p.31-37, 2012.

BERTAN, I.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; VIEIRA, E.A.; HARTWING, I.; SILVA, J.A.G.; SHIMIDT, D.A.M.; VALEIRO, I.P.; BUSATO, C.C.; RIBEIRO, G. Comparação de métodos de agrupamento na representação da distância morfológica entre genótipos de trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, p.279-286, 2006.

BERTINI, C.H.C.; TEÓFILO, E.M.; DIAS, F.T.C. Divergência genética entre acessos de feijão-caupi do banco de germoplasma da UFC. **Revista Ciência Agronômica**. v.40, p.99-105, 2009.

BEZERRA, F.M.L. et al. Feijão caupi e déficit hídrico em suas fases fenológicas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n. 01, p.5-10, 2003.

BEZERRA, A.A.C.; TÁVORA, F.J.A.F.; FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v.8, p.85-92, 2008.

BEZERRA, A.A. de C. **Variabilidade e diversidade genética em caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] precoce, de crescimento determinado e porte ereto e semi-ereto**. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal Rural de Pernambuco de Recife, Pernambuco, p.105, 1997.

BIODIVERSITY INTERNATIONAL. **Descritores de Feijão-caupi** (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), 2007. Disponível em: <http://www.biodiversityinternational.org/e-library/publications/detail/descriptors-for-cowpea/>. Acesso em: 26 Mar. 2015.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, oitavo levantamento, maio 2017**. Brasília: Conab, v. 4, p.1-144. Disponível em: http://www.conab.gov.br/olalaCMS/uploads/arquivos/17_05_12_10_37_57_boletim_graos_m aio_2017.pdf> Acesso em: 19 fev. 2017.

CRUZ, C. D. **Programa genes**: Aplicativo Computacional em Genética e Estatística. Versão Windows – 2012. Viçosa: UFV, 2012.

FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A.A.; RIBEIRO, V.Q. (Ed.) **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa informações tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, p.28-92, 2005.

SANTANA, S.R.A. Divergência genética em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)...

FREIRE FILHO, F.R.; ROCHA, M.M.; SILVA, K.J.D.; RIBEIRO, V.Q.; NOGUEIRA, M.S.R. Feijão-caupi: melhoramento genético, resultados e perspectivas. In: Simpósio Nordeste de genética e melhoramento de plantas, 1., 2009, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. p.25-59.

LOPES, A.C.A.; FREIRE FILHO, F.R.; SILVA, R.B.Q.; CAMPOS, F.L.; ROCHA, M.M. Variabilidade entre caracteres agronômicos em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.515-520, 2001.

MAHALANOBIS, P. C. On the generalized distance in statistics. **Proceedings of the National Institute of Science of India**, v. 12, n. 1. p.49-55, 1936.

MATOS FILHO, C.H.A.; GOMES, R.L.F.; ROCHA, M.M.; FREIRE FILHO, F.F.; LOPES, A.C.A. Potencial produtivo de progênies de feijão-caupi com arquitetura ereta de planta. **Ciência Rural**, v.39, p.348-354, 2009.

OLIVEIRA, F.J.; FILHO, C.J.A.; BASTOS, G.Q.; REIS, O.V. Divergência genética entre cultivares de caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n. 5, p.605-611, 2003.

PASSOS, A.R.; SILVA, S.A.; CRUZ, P.J.; ROCHA, M.M.; CRUZ, E.M.O.; ROCHA, M.A.C.; BAHIA, H.F. Divergência genética em feijão-caupi. **Bragantia**, v.66, n. 04, p. 579-586, 2007.

RAO, A. V.; PRASAD, A. S. R.; SAI KRISHNA, T.; SECHU, D. V.; SRINIVASAN, T. E. Genetic divergence among some brown planthopper resistant rice varieties. **The Indian Journal of Genetic Plant Breeding**, v.41, n.2, p.179-185, 1981.

SANTOS, J.A.S.; TEODORO, P.E.; CORREA, A.M.; SOARES, C.M.G.; RIBERIO, L.P.; ABREU, H.K.A. Desempenho agronômico e divergência genética entre genótipos de feijão-caupi cultivados no ecótono Cerrado/Pantanal. **Bragantia**, 73, p.377-382, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0250> Acessado em: 12 de Abr. 2017.

SILVA, E.F.; BARROS JUNIOR, A.P.; SILVEIRA, L.M.; SANTANA, F.M.S.; SANTOS, M.G. Avaliação de cultivares de feijão-caupi irrigado para produção de grãos verdes em Serra Talhada – PE. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, p. 21-26, 2013.

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

TEIXEIRA, I.R.; SILVA, G.C.; OLIVEIRA, J.P.R.; SILVA, A.G.; PELÁ, A. Desempenho agronômico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.41, p.300-307, 2010.

XAVIER, G.R.; MARTINS, L.M.V.; RUMJANEK, N.G.; FREIRE FILHO, F.R. Variabilidade genética em acessos de caupi analisada por meio de marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 353-359, 2005.

Tabela 1. Origem e características dos genótipos do banco de germoplasma do Instituto Agrônomo de Pernambuco utilizados no experimento.

Nome	Origem	Características Botânicas					
		Porte	Cor das folhas	Cor da flor	Cor da vagem	Cor do grão	Forma do grão
Rasga Letra	PE	SE	VC	R	AC	MAR	OVA
Cabeçudo	PB	SE	VI	R	AM	MAR	COM
Pitiúba	PI	SE	VI	R	AC	MAR	REN
Manteiga	PE	SE	VI	R	AM	MAR	OVA
Coruja	PE	SE	VI	R	AM	MAR	ROM
Canapu PE	PE	SE	VI	R	AM	MAR	ROM
Paulistinha	PI	SE	VI	R	AM	MAR	ROM
Epace 10	PE	SE	VE	R	AM	MAR	ROM
Maravilha	PB	SE	VI	R	AC	MAR	ROM
Miranda IPA 207	PE	SE	VI	R	AM	MAR	OVA
BRS Xiquexique	PI	SE	VI	B	AM	BRA	OVA
BRS Tumucuma.	PI	ER	VE	B	MC	CRE	REN
BRS Guariba	PI	ER	VE	B	MC	CRE	REN
Sempre Verde V.	PE	SE	VI	R	AC	MAR	REN
Bastião	PE	SE	VI	R	AM	MAR	ROM
Sempre Verde S.	PE	SE	VI	R	AM	MAR	REN
Bastiãozinho	PE	SE	VI	R	AM	MAR	OVA
Bajão	PE	SE	VI	B	MC	MAR	OVA
Patativa	PI	SE	VI	R	AM	MAR	OVA
Chico Modesto 2	PE	SE	VI	B	AM	CRE	OVA
BRS Novaera	PI	SE	VI	B	AM	BRA	REN
Rouxinol	PE	SE	VE	B	MC	MIS	OVA
Esperança	PE	SE	VI	R	MC	VER	OVA
Portalegre RN 1	RN	SE	VI	R	AM	MAR	OVA
Canapuzinho	PE	SE	VI	R	AM	MAR	OVA
Safrinha 1	PE	SE	VI	B	MC	CRE	REN
Costela de Vaca	PE	SE	VI	R	VER	MAR	REN
Pele de Moça	PE	SE	VI	R	AM	MAR	OVA
CNC 0434	PI	SE	VI	R	AC	CRE	ARR
BR 10 Piauí	PI	ER	VI	R	AM	MAR	OVA

Origem: Paraíba (PB), Pernambuco (PE), Piauí (PI), Rio Grande do Norte (RN); porte: ereto (ER), semiereto (SE), prostrado (PR), semiprostrado (MP); cor da folha: verde escuro (VE), verde intermediário (VI), verde claro (VC); cor da flor: branca (B), roxa (R); cor da vagem: amarelo (AM), amarelo claro (AC), marrom claro (MC), vermelho (VER); cor do grão: marrom (MAR), creme (CRE), branco (BRA), vermelho (VER), misturado (MIS); forma do grão: ovalado (OVA), comprido (COM), romboide (ROM), arredondado (ARR), reniforme (REN).

Tabela 2. Resumo das análises de variância, quadrados médios e coeficientes de variação do erro experimental (CV) referente aos caracteres avaliados em 30 genótipos de Feijão-caupi, em Goiana-PE, 2017.

FV	GL	Quadrados Médios									
		IF (dias)	NVPE	NVP	CV (cm)	PV (g)	PGV (g)	IG (%)	NGV	PCG (g)	REND (Kg/ha)
Blocos	3	10,16	0,035	3,42	3,15	94,90	40,52	3,64	1,52	4,43	25321,17
Genótipos	29	74,62**	0,112**	12,43**	17,12**	131,79**	74,14**	61,26**	7,08**	26,52**	421111,02**
Resíduo	87	5,65	0,023	1,79	2,74	30,01	15,69	11,81	2,03	5,04	66488,69
Média Geral		46,53	1,16	6,14	20,28	38,00	29,66	78,29	12,32	24,47	1090,19
CV(%)		5,11	13,14	21,75	8,16	14,42	13,36	4,39	11,57	9,17	23,65

¹IF – Início da floração; NVPE- número de vagens por pedúnculo; NVP- número de vagens por planta; CV- comprimento da vagem; PV- peso de dez vagens; PGV- peso dos grãos de dez vagens; IG- índice de grãos; NGV- número de grãos por vagem; PCG- peso de cem grãos e REND- rendimento dos grãos.

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

Tabela 3. Dados pluviométricos da Estação Experimental de Itapirema, Goiana -PE, 2016.

Mês	Precipitação (mm)	Nº dias de chuva
Junho ¹	17,1	2
Julho	68,3	19
Agosto	46,1	13
Setembro	47,5	12
Outubro ²	2,00	4
Total	181,0	50

¹Volume de chuva referente a 04 dias; ²Volume de chuvas referente a 12 dias.

Tabela 4. Valores médios resultantes da aplicação do teste de Scott–Knott, nas variáveis avaliadas: início da floração (IF), número de vagens por pedúnculo (NVPE), número de vagens por planta (NVP), comprimento da vagem (CV), peso de dez vagens (PV), peso dos grãos de dez vagens (PGV), índice de grãos (IG), número de grãos por vagem (NGV), peso de cem grãos (PCG) e rendimento de grãos por hectare (REND) obtidos a partir da avaliação de 30 genótipos de feijão-caupi, Goiana-PE, 2017.

Genótipos	IF (dias)	NVPE (unid.)	NVP (unid.)	CV (cm)	PV (g)	PGV (g)	IG (%)	NGV (unid.)	PCG (g)	REND (Kg/ha)
1- Rasga Letra	45,75 E	1,23 A	7,33 B	20,56 B	37,77 C	29,65 D	78,52 C	12,97 A	23,46 D	1356,42 H
2- Cabeçudo	51,50 C	1,12 A	5,96 C	15,35 E	38,83 B	31,05 D	80,04 B	11,85 A	26,55 B	1468,21 C
3- Pitiúba	47,50 D	1,11 A	5,08 D	21,16 B	35,21 C	26,87 E	77,67 C	14,35 A	19,28 E	1633,48 A
4- Manteiga	49,75 C	1,04 A	5,50 D	17,72 D	52,55 A	38,47 A	73,53 E	13,22 A	29,18 A	1430,96 E
5- Coruja	50,25 C	1,04 A	5,84 C	19,83 C	38,79 B	30,53 D	78,71 C	12,10 A	24,99 C	1501,86 B
6- Canapu PE	42,25 G	1,31 A	6,50 C	18,75 C	36,12 C	29,69 D	82,21 A	11,95 A	25,07 C	1360,88 G
7- Paulistinha	43,25 F	1,22 A	6,09 C	20,55 B	40,01 B	32,43 C	81,12 A	12,00 A	27,30 B	1309,49 I
8- Epace 10	45,50 E	1,09 A	6,50 C	21,52 B	37,92 C	31,11D	82,08 A	13,82 A	22,76 D	1458,05 D
9- Maravilha	47,25 D	1,03 A	5,54 D	21,24 B	40,45 B	32,44 C	80,17 B	12,97 A	25,24 C	601,32 e
10- Miranda IPA 207	41,50 G	1,01 A	4,50 D	22,23 B	42,18 B	32,86 C	78,03 C	13,00 A	26,01 C	1237,54 N
11- BRS Xiquexique	47,00 D	1,18 A	8,21 B	19,80 C	30,22 D	24,78 F	81,99 A	13,07 A	19,31 E	815,97 V
12- BRS Tumucumaque	40,25 H	1,54 A	6,50 C	20,55 B	32,29 D	26,92 E	83,68 A	10,22 B	24,45 C	1287,49 L
13- BRS Guariba	44,00 F	1,62 A	8,08 B	20,16 B	32,92 D	27,17 E	82,87 A	11,05 B	24,59 C	782,78 X
14- Sempre V. Verdadeiro	48,75 D	1,01 A	4,33 D	21,26 B	42,84 B	32,63 C	76,13 D	13,50 A	24,58 C	685,39 a
15- Bastião	48,50D	1,09 A	6,84 C	20,72 B	44,29 B	35,51 B	80,23 B	14,27 A	25,34 C	1411,67 F
16- Sempre V. Salgueiro	44,00 F	1,05 A	5,25 D	20,49 B	36,44 C	29,77 D	82,65 A	12,50 A	24,79 C	1096,01 Q
17- Bastiãozinho	47,75 D	0,94 A	4,00 D	21,09 B	42,72 B	34,36 B	80,49 B	13,62 A	25,19 C	1134,56 P
18- Bajão	54,00 B	1,03 A	4,54 D	25,89 A	45,51 B	30,33 D	66,88 G	13,17 A	23,59 D	1069,14 S
19- Patativa	41,25 G	1,33 A	6,41 C	18,56 C	30,33 D	23,27 F	76,80 D	10,10 B	22,87 D	612,47 d
20- Chico Modesto 2	52,50 B	1,19 A	4,88 D	20,54 B	31,10 D	22,10 G	71,47 F	11,02 B	19,74 E	1306,58 J
21- BRS Novaera	44,75 E	1,40 A	13,54 A	16,90 D	27,72 D	20,06 H	72,32 F	8,35 C	27,95 A	581,59 f
22- Rouxinol	39,75 H	1,21 A	7,66 B	19,81 C	37,52 C	30,57 D	81,37 A	12,05 A	26,39 C	1275,00 M
23- Esperança	47,75 D	0,87 A	6,08 C	19,31 C	37,42 C	28,73 D	77,04 D	12,80 A	22,62 D	953,66 T
24- Portalegre RN 1	51,25 C	1,10 A	5,42 D	21,94 B	39,28 B	30,00 D	76,51 D	11,35 B	26,82B	1297,13 K
25- Canapuzinho	44,25 F	0,94 A	6,08 C	18,73 C	39,95 B	31,97 C	80,06 B	12,67 A	25,62 C	1147,22 O
26- Safrinha 1	43,50 F	1,18 A	6,31 C	19,61 C	30,59 D	24,51 F	79,99 B	10,60 B	23,26 D	694,83 Z
27- Costela de Vaca	58,75 A	1,23 A	4,59 D	24,89 A	49,38 A	36,81 A	74,09 E	13,32 A	28,22 A	1081,45 R
28- Pele de Moça	43,00 F	1,21 A	5,12 D	19,80 C	40,57 B	32,99 C	81,30 A	12,85 A	26,00 C	621,62 c
29- CNC 0434	45,00 E	1,12 A	6,54 C	17,88 D	32,64 D	24,27 F	74,35 E	12,57 A	19,52 E	651,58 b
30- BR 10 Piauí	45,50 E	1,22 A	5,22 D	21,46 B	36,39 C	27,81 E	76,44 D	12,27 A	23,38 D	841,34 U
Média Geral	46,53	1,16	6,14	20,28	38,00	29,66	78,29	12,32	24,47	1090,19

Médias seguidas das mesmas letras na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo método de agrupamento de Scott-Knott, (1974).

Tabela 5. Agrupamento dos 30 genótipos de feijão-caupi por meio do método de Otimização de Tocher, em função da distância generalizada de Mahalanobis. Goiana-PE, 2017.

Grupos	Genótipos	Quantidade de genótipos	Distâncias médias
I	Rasga Letra, Cabeçudo, Pitiuba, Manteiga, Coruja, Canapu PE, Paulistinha, Epace 10, Maravilha, Mirando IPA 207, BRS Xiquexique, BRS Tumucumaque, BRS Guariba, Sempre verde verdadeiro, Bastião, Sempre verde Salgueiro, Bastiãozinho, Patativa, Chico modesto 2, Rouxinol, Esperança, Potalegre RN1, Canapuzinho, Safrinha 1, Pele de moça, CNC 0434 e BR 10 Piauí	27	20,4588
II	Bajão e Costela de Vaca	2	30,1397
III	BRS Novaera	1	-

Tabela 6. Contribuição relativa dos caracteres para divergência genética- Singh (1981), em 30 genótipos de feijão-caupi, em Goiana-PE, 2017.

Variável	Valor em (%)
Floração inicial	18,40
Peso de vagem	18,70
Comprimento de vagem	14,74
Peso de cem grãos	10,61
Número de vagem por planta	10,18
Rendimento de grãos	8,63
Peso de grãos por vagem	7,14
Número de vagem por pedúnculo	5,53
Índice de grãos	3,29
Número de grãos por vagem	2,75

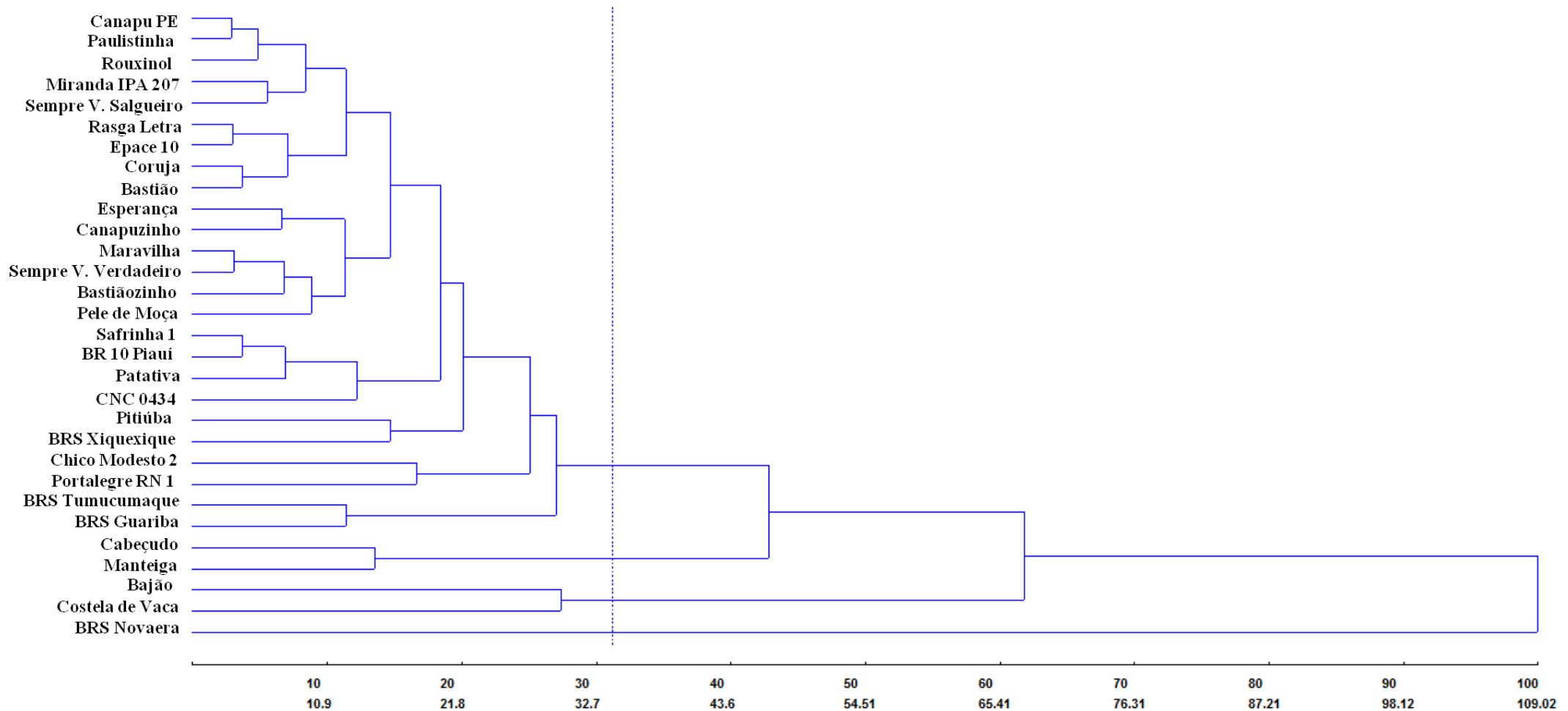


Figura 1. Dendrograma resultante da análise de agrupamento pelo método UPGMA obtido com base nas distâncias D^2 de Mahalanobis, estimada a partir de dez descritores avaliados em 30 genótipos de feijão-caupi. Goiana- PE, 2017.

CAPÍTULO III - Correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais para componentes de produção de feijão-caupi

Este trabalho foi submetido à publicação na Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira

Correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais para componentes de produção de feijão-caupi

Sérgio Rogério Alves de Santana⁽¹⁾, Antonio Félix da Costa⁽²⁾, José Wilson da Silva⁽¹⁾, Clodoaldo José da Anunciação Filho⁽¹⁾ e Gerson Quirino Bastos⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Av. Dom Manoel de Medeiros s/n, CEP: 52171-900, Recife, PE. E-mail: sergiorogério1@hotmail.com, bastogq@hotmail.com, cjo세ufrpe@hotmail.com, jwsamaral@hotmail.com.br. ⁽²⁾Instituto Agronômico de Pernambuco, Av. General San Martin, n.1371, CEP: 50761-000, Recife, PE. E-mail: felix.antonio@ipa.br.

Resumo – O feijão-caupi é uma leguminosa de grande importância socioeconômica para a região Nordeste do Brasil, sendo responsável pela geração de emprego e renda para muitas comunidades rurais, além de contribuir para o enriquecimento nutricional da população. Este trabalho teve como objetivo avaliar as correlações entre dez caracteres morfoagronômicos do feijão-caupi a fim de auxiliar na seleção de genótipos superiores. O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA), em Goiana – PE. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. A parcela experimental foi composta por 1 fileira de 3,0 m de comprimento, espaçada em 0,80 m entre fileiras e 0,25 m entre plantas. Foram avaliados: início de floração, número de vagem/pedúnculo, número de vagem/planta, comprimento de vagem, peso de dez vagens, peso dos grãos de dez vagens, índice de grãos, número de grãos em dez vagens, peso de cem grãos, rendimento de grãos/hectare, porte, cor da flor, da folha, da vagem e do grão e a forma do grão. Existe um alto componente genético na expressão fenotípica dos caracteres avaliados, com grande probabilidade de ganhos genéticos através de ciclos de seleção para o melhoramento da cultura e entre os caracteres avaliados o número de vagem por planta, o peso de dez vagens e o peso de grãos por vagem são mais indicados para a seleção de genótipos promissores para o melhoramento.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*; componentes de produção; seleção.

Phenotypic, genotypic and environmental correlations for bean production components

Abstract - The objective of this study was to evaluate the correlation between ten morphoagronomic characters of cowpea in order to assist in the selection of superior genotypes. The experiment was conducted in a field of the Itapirema Station, belonging to the IPA, in Goiana - PE, from June to September 2016. The experimental design was in a randomized complete block, with four replications. The experimental plot consisted of 1 row of 3.0m long, spaced 0.80m between rows and 0.25m between plants. Six plants per treatment were evaluated, obtaining the mean. The evaluated traits were: beginning of flowering, number of pods per peduncle, number of pods per plant, length of pods, weight of pods, weight of ten pods, grain index, number of grains per pod, weight of one hundred grains, grain yield per hectare. There is a high genetic component in the phenotypic expression of the evaluated traits, with a high probability of genetic gains through selection cycles for crop improvement and among the evaluated traits the number of pods per plant, the weight of ten pods and the weight of grains per pod are more suitable for selection of promising genotypes

Index Terms: *Vigna unguiculata*; Production components; selection;

Introdução

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é umas das leguminosas de maior importância para a economia das regiões Norte e Nordeste do Brasil, gerando emprego e renda (Hetzl et al., 2009). Essa cultura possui também uma elevada importância social e nutricional, pois constitui o principal alimento protéico e energético das populações mais carentes, entre elas, as famílias das zonas rurais. Seus grãos possuem elevada quantidade de proteínas e aminoácidos essenciais, além de fibras dietéticas (Singh et al., 2007), sendo consumidos na forma de grãos verdes ou secos, bastante apreciados devido à sua palatabilidade e facilidade de preparo (Correa et al, 2012).

O feijão-caupi apresenta preços atrativos que abrem possibilidades de negócio como a comercialização do produto já na forma processada, sendo resfriado, congelado ou enlatado (Rocha, 2009; Andrade et al., 2010). Diante deste fator, a cultura vem ganhando bastante espaço no cenário agrícola da região centro-oeste, no entanto, se faz necessária a obtenção de cultivares melhoradas, como, por exemplo, para o porte ereto, atendendo as necessidades do cultivo mecanizado (Rocha et al, 2009).

Segundo Freire Filho et al., (2005), os principais objetivos do melhoramento genético para a cultura do feijão-caupi podem ser dispostos a curto e médio prazo, como aumento de produtividade e melhoria da qualidade visual, culinária e nutricional dos grãos, adaptabilidade e estabilidade da produção e tolerância a estresses hídricos, arquitetura da planta adequada para os diferentes sistemas de cultivo mecanizado ou tradicional, incorporação de resistência a múltiplas doenças e desenvolvimento de grãos com características favoráveis ao processamento industrial.

O melhoramento genético dos caracteres agronômicos necessita de informações sobre o controle genético da produção de grãos e de seus componentes primários de produção em

cada ambiente onde ocorre a exploração da cultura, tendo em vista que existe uma enorme variabilidade genética na espécie e entre ambientes. Além disso, ela é submetida a uma ampla variação de ambientes e condições de cultivo, sendo essenciais para os programas de melhoramento que possuem o objetivo de desenvolver novas cultivares mais produtivas e adaptadas aos mais diversos ambientes (Correa et al, 2012).

É muito difícil evitar a participação dos efeitos do ambiente na expressão fenotípica, sendo assim, busca-se lançar mão de ferramentas que possam auxiliar os pesquisadores na obtenção de cultivares melhoradas. Para Ramalho et al., (2008), a correlação entre os caracteres é uma das maneiras mais importantes que os melhoristas possuem, pois os possibilita conhecer as modificações que ocorrem em um determinado caráter quando se realiza uma seleção praticada em outro caráter correlacionado a este.

Essas correlações entre os caracteres podem ser explicadas pela existência de ligação gênica, estando assim os genes no mesmo cromossomo e cada um é responsável por uma determinada característica, e pelo efeito de um mesmo gene em mais de uma característica, ação denominada de pleiotropia (Santos e Vencovsky, 1996). Sendo assim, a identificação da correlação entre as variáveis, principalmente quando é considerada a produtividade, por ser resultante da ação de vários fatores, constitui uma possibilidade de se identificar caracteres que possam ser utilizados como critérios na seleção indireta visando a maior produtividade (Hoogerheide et al, 2007).

Diante dos fatos, este trabalho teve como objetivo avaliar as correlações entre dez caracteres morfoagronômicos de forma a auxiliar na seleção de genótipos superiores.

Material e métodos

Para a realização desse estudo foram utilizados 30 genótipos de feijão-caupi de porte ereto e semiereto, sendo eles: Rasga Letra, Cabeçudo, Pitiúba, Manteiga, Coruja, Canapu PE, Paulistinha, Epace 10, Maravilha, Miranda IPA 207, BRS Xiquexique, BRS Tumucumaque, BRS Guariba, Sempre Verde Verdadeiro, Bastião, Sempre Verde Salgueiro, Bastiãozinho, Bajão, Patativa, Chico Modesto 2, BRS Novaera, Rouxinol, Esperança, Portalegre RN 1, Canapuzinho, Safrinha 1, Costela de Vaca, Pele de Moça, CNC 0434 e BR 10 Piauí. Todos estes genótipos foram obtidos junto ao BAG-IPA, oriundos de várias localidades da região Nordeste, os quais compuseram os tratamentos.

A condução do experimento foi realizada no período entre junho e outubro de 2016, na Estação Experimental de Itapirema (IPA), localizada na BR101 Norte, km 53, Goiana - PE. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições e espaçamento de 0,80 m entre fileiras e 0,25 m entre plantas. Cada parcela era composta por uma fileira de 3,0 m de comprimento. Foi realizado uma aração e uma gradagem 15 dias antes do plantio, semeando-se três sementes por cova, acompanhado da adubação de fundação. O cultivo foi realizado sob sequeiro.

Os descritores utilizados foram baseados na lista de descritores proposta pelo Bioversity International (2007), com algumas adaptações. As avaliações foram realizadas quando a maior parte dos genótipos atingiu o estágio fenológico de florescimento. A colheita foi realizada manualmente, ocorrendo uma segunda 15 dias após a primeira colheita.

Foram avaliados os seguintes caracteres: Floração inicial (FI), Comprimento da vagem (CV), Número de vagens por pedúnculo (NVPE), Número de vagens por planta (NVP), Peso de vagem (PV), Peso de grãos de dez vagens (PGV), Índice de grãos (IG), Número de grãos por vagem (NGV), Peso de 100 grãos (PCG) e Produtividade (PROD). Os

SANTANA, S.R.A. Divergência genética em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)...

descritores foram avaliados em seis plantas por parcela. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, obtendo-se as médias, a matriz de variância e as covariâncias residuais. As estimativas das correlações fenotípicas (r_f), genotípicas (r_g) e ambientais (r_a) foram obtidas entre os pares de caracteres, calculadas a partir das estimativas das variâncias e covariâncias, segundo Kempthorne (1973), sendo testadas a 1% e 5% de probabilidade pelo teste de t para (r_f) e pelo teste de bootstrap com 5000 simulações para (r_g) e (r_a). Para o processamento dos dados foi utilizado o programa Genes (Cruz, 2008).

Resultados e discussão

As estimativas para os coeficientes de correlação fenotípica e genotípica apresentaram correlação (Tabela 1). As correlações são consideradas baixas, quando apresentam valores inferiores a 0,4; médias entre 0,4 e 0,7; e altas com valores superiores a 0,7.

Em grande parte, as correlações genotípicas apresentaram valores superiores às suas correspondentes correlações fenotípicas e ambientais, o que demonstra uma maior contribuição dos fatores genéticos na expressão das características avaliadas. Resultados semelhantes a estes foram obtidos por Andrade et al. (2010), Silva et al. (2011) e Correa et al. (2015), avaliando feijão para grãos secos e grãos verdes.

Segundo Nogueira et al. (2012), ao realizar a interpretação das correlações, três pontos-chaves devem ser considerados: a magnitude, a direção e a significância dos valores. Quando essa estimativa de correlação é positiva, ela indica tendência da variável aumentar enquanto a outra variável também aumenta, ou diminuir enquanto a outra variável também diminui, e quando a correlação é negativa, indica tendência de uma variável aumentar enquanto a outra diminui ou uma variável diminuir enquanto a outra aumenta (Silva et al., 2016).

Com relação à magnitude dos coeficientes de correlação entre os caracteres houve uma variação de 0,03 a 0,94 para a correlação fenotípica, de 0,02 a 0,93 para a correlação genotípica, e de -0,01 a 0,95 para a correlação ambiental.

O FI apresentou correlação fenotípica e genotípica positiva e significativa com CV 0,38 e 0,45 e PV 0,49 e 0,60, assim como negativa e significativa para IG (-0,59 e -0,65) (Tabela 1). Podendo-se realizar seleção para aumento do IG de forma indireta por meio do FI, no entanto, a diminuição de dias para o início da floração pode acarretar perdas no comprimento da vagem e peso da vagem, características diretamente relacionadas com a produção. A correlação ambiental apresentou-se de forma negativa e significativa para CV, IG e PCG, indicando que o ambiente favoreceu o IF em detrimento do CV, IG e PCG.

O ambiente torna-se causa de correlações quando duas características são influenciadas pelas mesmas variações de condições ambientais; no qual os valores negativos dessa correlação evidenciam que o ambiente favoreceu uma característica em detrimento da outra, e valores positivos, que ambas foram beneficiadas ou prejudicadas pelas mesmas causas de variação ambiental (Falconer & Mackay, 1996).

O NVPE apresentou correlação fenotípica e genotípica positiva e significativa com NVP (0,52 e 0,56). Esse resultado já era esperado uma vez que quando se aumenta o número de vagens por pedúnculo a tendência é de se aumentar o número de vagens por planta (Tabela 1). Também foi observada a existência de correlações negativas significativas entre NVPE e PV, PGV e NGV indicando que, ao se realizar uma seleção indireta para aumentar o NVP por meio do NVPE, pode-se levar a ganhos negativos para PV, PGV e NGV. Segundo Cruz e Carneiro (2012), quando uma característica correlaciona-se positivamente com algumas e negativamente com outras, é indicado ter um cuidado extra pois, ao selecionar uma determinada característica, podem-se provocar alterações indesejáveis em outras. Foi

observada correlação ambiental positiva e significativa apenas com o NVP (0,37), no entanto, de baixa magnitude.

O NVP apresentou correlação fenotípica e genotípica negativa significativa com CV (-0,48 e -0,56), PV (-0,55 e -0,69), PGV (-0,52 e -0,65) e NGV (-0,60 e -0,78). Não sendo indicado realizar seleção para aumentar o número de vagens por plantas nesses materiais sob as condições empregadas, pois, pode-se ocasionar uma diminuição no CV, PV, PGV e NGV por se correlacionarem de forma negativa.

Para o CV foi observado correlação fenotípica e genotípica positiva significativa de baixa magnitude com PV (0,40 e 0,33) e NGV (0,41 e 0,37), o que já era esperado, pois na medida em que o comprimento da vagem aumenta, também aumenta o número de grãos por vagem e, conseqüentemente, o peso da vagem. Andrade et al. (2010) também encontraram existência de correlação fenotípica e genotípica entre CV x NGV, entretanto de maior magnitude (0,77 e 0,78), respectivamente. Houve correlação ambiental positiva significativa de alta magnitude entre CV e PV (0,71), PGV (0,68) e NGV (0,57), assim como para PCG (0,29), sendo em baixa magnitude. Já a correlação entre CV e IG (-0,27) apresentou-se significativa negativa de baixa magnitude. Pode-se afirmar que os resultados encontrados para o comprimento de vagem foram mais influenciados pelo ambiente do que pelo próprio genótipo.

O PV apresentou correlação fenotípica e genotípica positiva significativa de alta magnitude com o PGV (0,94 e 0,93) e de média magnitude com NGV (0,65 e 0,66) e PCG (0,56 e 0,56) (Tabela 1). Indicando que é possível realizar uma seleção de forma indireta para aumentar o peso de grãos por vagem, o número de grãos por vagem e peso de cem grãos, selecionando para peso de vagem. Essas correlações já eram esperadas, pois ao aumentar ou diminuir o peso da vagem ou o número de grãos por vagem, assim como o peso de cem grãos, a consequência será um aumento ou decréscimo do peso da vagem.

Os resultados observados concordam com Correa et al. (2012), que encontraram altas correlações fenotípicas e genotípicas positivas para as características massa da vagem x massa de cem grãos, podendo ser entendida como peso de vagem x peso de cem grãos. Houve uma alta correlação ambiental positiva significativa com PGV (0,95) e de média magnitude com NGV (0,63) e PCG (0,56), indicando que o ambiente favoreceu igualmente estas características. Já com o IG (-0,33), a correlação apresentou-se negativa, significando que o ambiente favoreceu uma característica em detrimento da outra.

O PGV apresentou correlação fenotípica e genotípica positiva significativa de média magnitude com o NGV (0,68 e 0,68) e PCG (0,59 e 0,66); e correlação fenotípica positiva de baixa magnitude com REND (0,37), indicando que é possível realizar o melhoramento para aumentar o PGV pela seleção indireta do NGV ou PCG. Sendo possível realizar uma seleção indireta pelo peso de grãos por vagem para aumentar a principal característica de interesse econômico que é o rendimento de grãos por hectare. Ocorreu correlação ambiental positiva significativa apenas para PCG (0,59).

De acordo com Cruz et al., (2012), para realizar o melhoramento é de suma importância a identificação dos caracteres de alta correlação com a característica que se deseja melhorar e que possua maior efeito em sentido favorável à seleção, de modo que a resposta correlacionada por meio da seleção indireta seja eficiente.

Para Falconer & Mackay, (1996) as correlações genotípicas e ambientais que apresentam o sinal trocado, como alguns pares de caracteres observados na tabela 1, indicam que as causas das variações genéticas e de ambiente influenciaram os caracteres por meio de diferentes mecanismos fisiológicos.

Conclusões

Existe um alto componente genético na expressão fenotípica dos caracteres avaliados com grande probabilidade de ganhos genéticos através de ciclos de seleção;

Entre os caracteres avaliados, o número de vagem por planta, o peso de dez vagens e o peso de grãos por vagem são os mais indicados para seleção dos genótipos superiores.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa; ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) pela concessão das sementes, da área do experimento e mão de obra; e à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) por todo o apoio dado durante o curso.

Referências

ANDRADE, F.N.; ROCHA, M.M.; GOMES, R.L.F.; FREIRE FILHO, F.R.; RAMOS, S.R.R. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi avaliados para feijão-fresco. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 253-258, 2010.

BIODIVERSITY INTERNATIONAL. **Descritores de Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**, 2007. Disponível em: <http://www.biodiversityinternational.org/e-library/publications/detail/descriptors-for-cowpea/>. Acesso em: 26 Mar. 2015.

CORREA, A.M.; BRAGA, D.C.; CECCON, G.; OLIVEIRA, L.V.A.; LIMA, A.R.S.; TEODORO, P.E. Variabilidade genética e correlação entre caracteres de feijão-caupi. **Agro@mbiente on-line**, v.9, n.1, p.42-47, 2015.

CORREA, A.M.; CECCON, G.; CORREA, C.M.A.; DELBEN, D.S. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres fenológicos e morfoagronômicos em feijão-caupi. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n.1, p. 88-94, 2012.

CRUZ, C.D. **Programa genes** (versão Windows): aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2008.

SANTANA, S.R.A. Divergência genética em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)...

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Voçosa: Editora UFV, v.2, 2012, p.514.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4^oed. England, Longman, 1996, p.463.

FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A.A.; RIBEIRO, V.Q. (Ed.) **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa informações tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005, p.28-92.

HETZEL, S. Com o preço alto, área do feijão deve crescer. **AGRIANUAL 2009**: anuário da agricultura brasileira, São Paulo, p. 312-313, 2009.

HOOGERHEIDE, E.S.S.; VENCOVSKY, R.; FARIAS, F.J.C.; FREIRE, E.C.; ARANTES, E.M. Correlações e análise de trilha de caracteres e a produtividade de fibra de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1401-1405, 2007.

KEMPTHORNE, O. **An introduction to genetic statistics**. Ames, Iowa, The State University Press, p.454, 1973.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. Lavras: Ed. Universidade Federal de Lavras, 2008. 464 p.

ROCHA, M.M.; CARVALHO, K.J.M.; FREIRE FILHO, F.R.; LOPRS, A.C.A.; GOMES, R. L.F.; SOUSA, I.S. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 03, p. 270-275, 2009.

ROCHA, M.M. **O feijão-caupi para consumo na forma de feijão fresco**. Agrosoft Brasil. 2009. Disponível em: <https://agrosoft.org.br/2009/11/11/o-feijao-caupi-para-consumo-na-forma-de-graos-frescos> Acesso em: 19 de fev. 2017.

SANTOS, J.B. AND VENCOVSKY, R. Controle genético de alguns componentes do porte da planta em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 9, p. 957-963, 1986.

SILVA, C.A.; SCHMILDT, E.R.; SCHMILDT, O.; ALEXANDRE, R.S.; CATTANEO, L.F.; FERREIRA, J.P.; NASCIMENTO, A.L. Correlação fenotípica e análise de trilha em caracteres morfoagronômicos de mamoeiro. **Agro@mbiente On-line**, v.10, n.3, p.217-227, 2016.

SILVA, J.A.L.; NEVES, J.A. Componentes de produção e suas correlações em genótipos de feijão-caupi em cultivo de sequeiro e irrigado. **Ciência Agrônômica**, v.42, n.3, p.702-713, 2011.

SINGH, B.B. Recent progress in cowpea genetics and breeding. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 752, p.69-76, 2007.

Tabela 1. Estimativa dos coeficientes de correlações fenotípicas (rf), genotípicas (rg) e ambientais (re) em dez variáveis agrônomicas avaliadas em trinta genótipos de feijão-caupi, em Goiana-PE, 2017

Variáveis	Correlação	NVPE	NVP	CV	PV	PGV	IG	NGV	PCG	REND
FI	Rf	- 0,34 ^{ns}	- 0,33 ^{ns}	0,38*	0,49**	0,29 ^{ns}	- 0,59**	0,32 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,21 ^{ns}
	Rg	- 0,37 ^{ns}	- 0,35 ^{ns}	0,45 ⁺	0,60 ⁺⁺	0,37 ^{ns}	- 0,65 ⁺⁺	0,40 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,21 ^{ns}
	Re	- 0,12 ^{ns}	- 0,16 ^{ns}	- 0,18 ⁺	- 0,12 ^{ns}	- 0,19 ^{ns}	- 0,22 ⁺⁺	- 0,03 ^{ns}	- 0,21 ⁺	0,17 ^{ns}
NVPE	Rf	-	0,52**	- 0,13 ^{ns}	- 0,50**	- 0,44*	0,21 ^{ns}	- 0,63**	0,03 ^{ns}	- 0,18 ^{ns}
	Rg	-	0,56 ⁺⁺	- 0,14 ^{ns}	- 0,65 ⁺⁺	- 0,57 ⁺	0,27 ^{ns}	- 0,83 ⁺⁺	0,02 ^{ns}	- 0,20 ^{ns}
	Re	-	0,37 ⁺⁺	- 0,08 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,05 ^{ns}	- 0,03 ^{ns}	- 0,03 ^{ns}	0,10 ^{ns}	- 0,10 ^{ns}
NVP	Rf	-	-	- 0,48**	- 0,55**	- 0,52**	0,08 ^{ns}	- 0,60**	0,10 ^{ns}	- 0,24 ^{ns}
	Rg	-	-	- 0,56 ⁺⁺	- 0,69 ⁺⁺	- 0,65 ⁺⁺	0,09 ^{ns}	- 0,78 ⁺⁺	0,12 ^{ns}	- 0,25 ^{ns}
	Re	-	-	- 0,02 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,06 ^{ns}	- 0,04 ^{ns}	- 0,16 ^{ns}
CV	Rf	-	-	-	0,40*	0,30 ^{ns}	- 0,25 ^{ns}	0,41*	- 0,04 ^{ns}	0,08 ^{ns}
	Rg	-	-	-	0,33 ^{ns}	0,22 ^{ns}	- 0,24 ^{ns}	0,37 ^{ns}	- 0,11 ^{ns}	0,07 ^{ns}
	Re	-	-	-	0,71 ⁺⁺	0,68 ⁺⁺	- 0,27 ⁺	0,57 ^{ns}	0,29 ⁺	0,10 ^{ns}
PV	Rf	-	-	-	-	0,94**	- 0,21 ^{ns}	0,65**	0,56**	0,34 ^{ns}
	Rg	-	-	-	-	0,93 ⁺⁺	- 0,18 ^{ns}	0,66 ⁺⁺	0,56 ⁺⁺	0,41 ^{ns}
	Re	-	-	-	-	0,95 ⁺⁺	- 0,33 ⁺	0,63 ⁺⁺	0,56 ⁺⁺	0,04 ^{ns}
PGV	Rf	-	-	-	-	-	0,13 ^{ns}	0,68**	0,59**	0,37*
	Rg	-	-	-	-	-	0,18 ^{ns}	0,68 ⁺⁺	0,60 ⁺⁺	0,46 ⁺
	Re	-	-	-	-	-	- 0,05 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,59 ⁺⁺	- 0,02 ^{ns}
IG	Rf	-	-	-	-	-	-	0,06 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,12 ^{ns}
	Rg	-	-	-	-	-	-	0,11 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,19 ^{ns}
	Re	-	-	-	-	-	-	- 0,09 ^{ns}	- 0,01 ^{ns}	- 0,23 ^{ns}
NGV	Rf	-	-	-	-	-	-	-	- 0,14 ^{ns}	0,34 ^{ns}
	Rg	-	-	-	-	-	-	-	- 0,14 ^{ns}	0,42 ^{ns}
	Re	-	-	-	-	-	-	-	- 0,15 ^{ns}	0,08 ^{ns}
PCG	Rf	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10 ^{ns}
	Rg	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14 ^{ns}
	Re	-	-	-	-	-	-	-	-	- 0,07 ^{ns}

**,* : Significativo a 1 e 5%, pelo teste t, respectivamente. ++,+ : Significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo método de bootstrap com 5000 simulações. Início da floração (IF), número de vagens por pedúnculo (NVPE), número de vagens por planta (NVP), comprimento da vagem (CV), peso de dez vagens (PV), peso dos grãos de dez vagens (PGV), índice de grãos (IG), número de grãos de dez vagens (NGV), peso de cem grãos (PCG) e rendimento de grãos (REND).

ANEXOS

Diretrizes para Autores

Escopo e política editorial

A revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) é uma publicação mensal da Embrapa, que edita e publica trabalhos técnico-científicos originais, em inglês, resultantes de pesquisas de interesse agropecuário. A principal forma de contribuição é o Artigo, mas a PAB também publica Notas Científicas e Revisões a convite do Editor.

As submissões de artigos científicos, notas científicas e revisões (a convite do editor) devem ser encaminhadas via eletrônica e, **preferencialmente**, em inglês. No entanto, aqueles encaminhados em português ou espanhol terão que ser **obrigatoriamente traduzidos para o inglês** antes de serem publicados. **As despesas de tradução serão de responsabilidade dos autores.**

Análise dos artigos

A Comissão Editorial faz a análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista, formulação do objetivo de forma clara, clareza da redação, fundamentação teórica, atualização da revisão da literatura, coerência e precisão da metodologia, resultados com contribuição significativa, discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura, qualidade das tabelas e figuras, originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério é aplicado somente aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

Forma e preparação de manuscritos

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos (não terem dados – tabelas e figuras – publicadas parcial ou integralmente em nenhum outro veículo de divulgação técnico-científica, como boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas etc.) e não podem ter sido encaminhados simultaneamente a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

- São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.

- Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

- O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas e linhas numeradas.

Informações necessárias na submissão on-line de trabalhos

No passo 1 da submissão (Início), em “comentários ao editor”, informar a relevância e o aspecto inédito do trabalho.

No passo 2 da submissão (Transferência do manuscrito), carregar o trabalho completo em arquivo Microsoft Word.

No passo 3 da submissão (Inclusão de metadados), em “resumo da biografia” de cada autor, informar o link do sistema de currículos lattes (ex.: <http://lattes.cnpq.br/0577680271652459>). Clicar em “incluir autor” para inserir todos os coautores do trabalho, na ordem de autoria.

Ainda no passo 3, copiar e colar o título, resumo e termos para indexação (key words) do trabalho nos respectivos campos do sistema.

No passo 4 da submissão (Transferência de documentos suplementares), carregar, no sistema on-line da revista PAB, um arquivo Word com todas as cartas (mensagens) de concordância dos coautores coladas conforme as explicações abaixo:

- Colar um e-mail no arquivo word de cada coautor de concordância com o seguinte conteúdo:

“Eu, ..., concordo com o conteúdo do trabalho intitulado “.....” e com a submissão para a publicação na revista PAB.

Como fazer:

Peça ao coautor que lhe envie um e-mail de concordância, encaminhe-o para o seu próprio e-mail (assim gerará os dados da mensagem original: assunto, data, de e para), marque todo o email e copie e depois cole no arquivo word. Assim, teremos todas as cartas de concordâncias dos co-autores num mesmo arquivo.

Organização do Artigo Científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

- Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

- Artigos em inglês - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

- Artigos em espanhol - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

- O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

- O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

Título

- Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.

- Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

- Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como “efeito” ou “influência”.

- Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.

- Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.

- As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores

- Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção “e”, “y” ou “and”, no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.

- O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

- São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.

- Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.

- Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

- O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.

- Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.

- Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão.

- Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.
- O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

- A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.
- Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.
- Não devem conter palavras que componham o título.
- Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.
- Devem, preferencialmente, ser termos contidos no [AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus](#) ou no [Índice de Assuntos da base SciELO](#).

Introdução

- A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.
- O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

- A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.
- Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.
- Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.
- Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.
- Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.
- Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.

- Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

- A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.

- As tabelas e figuras são citadas sequencialmente.

- Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.

- Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados.

- Dados não apresentados não podem ser discutidos.

- Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.

- As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.

- Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.

- As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

- O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.

- Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.

- Não podem consistir no resumo dos resultados.

- Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.

- Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

- A palavra Agradecimentos deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Devem ser breves e diretos, iniciando-se com “Ao, Aos, À ou Às” (pessoas ou instituições).

- Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

- A palavra *Referências* deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.

- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

- Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.

- Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.

- Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.

- Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.

- Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.

- Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

- Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

- Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

- Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

- Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

- Teses

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste: relatório do ano de 2003**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: . Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações

- Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados. - A autocitação deve ser evitada. - Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

- Redação das citações dentro de parênteses

- Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.

- Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.

- Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.

- Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.

- Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.

- Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão “citado por” e da citação da obra consultada.

- Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.

- Redação das citações fora de parênteses

- Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

- Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.

- Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

Tabelas

- As tabelas devem ser numeradas sequencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.

- Devem ser auto-explicativas.

- Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.

- Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.

- O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.

- No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.

- Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.

- Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.

- Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.

- Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.

- Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.

- As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.

- Notas de rodapé das tabelas

- Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.

- Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre

parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.

- Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

- São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.

- Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.

- O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.

- Devem ser auto-explicativas.

- A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.

- Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.

- Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.

- O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração. - As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.

- Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).

- Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.

- As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.

- Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.

- Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções.

- Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.

- No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).

- Não usar negrito nas figuras.

- As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.

- Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

Notas Científicas

- Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.

Apresentação de Notas Científicas

- A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.

- As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

- Resumo com 100 palavras, no máximo.

- Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.

- Deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

Outras informações

- Não há cobrança de taxa de publicação.

- Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.

- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.

- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.

- Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.

Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos por telefone: (61)3448-4231, via e-mail: sct.pab@embrapa.br ou pelos correios:

Embrapa Informação Tecnológica Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB

Caixa Postal 040315 CEP 70770 901 Brasília, DF

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. O manuscrito deve ser inédito e não pode ter sido submetido, simultaneamente, a outro periódico, e seus dados (tabelas e figuras) não podem ter sido publicados parcial ou totalmente em outros meio de publicação técnicos ou científicos (boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas, etc.).
2. O texto deve ser submetido no formato do Microsoft Word, em espaço duplo, escrito na fonte Times New Roman 12, tamanho de papel A4, com páginas e linhas numeradas; e o arquivo não deve ultrapassar o tamanho de 20 MB.
3. O artigo deve ter, no máximo, 20 páginas e tem que estar organizado na seguinte ordem: Título; nome completo dos autores, seguido de endereço institucional e eletrônico; Resumo; Termos para indexação; Title, Abstract; Index terms; Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusões; Agradecimentos; Referências; tabelas e figuras.
4. Os padrões de texto e de referências bibliográficas devem ser apresentados de acordo com as orientações, para a apresentação de manuscritos, estabelecidas nas Diretrizes aos autores, as quais se encontram na página web da revista PAB.
5. Mensagens de concordância dos coautores com o conteúdo do manuscrito e sua submissão à revista devem ser compiladas pelo autor correspondente em um arquivo do Microsoft Word e carregadas no sistema como um documento suplementar, no quarto passo do processo de submissão.
6. Diante do grande número de trabalhos recebidos para publicação (média de 110 por mês), solicitamos sua concordância com os seguintes procedimentos adotados pela revista PAB:

Os trabalhos são analisados pela Comissão Editorial, antes de serem submetidos à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se os seguintes aspectos, entre outros: escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista; formulação do objetivo de forma clara; clareza da redação; fundamentação teórica; atualização da revisão da literatura; coerência e precisão da metodologia; discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura; resultados com contribuição significativa; qualidade das tabelas e figuras; e, finalmente, originalidade e consistência das conclusões.

Após a aplicação desses critérios, caso o número de trabalhos aprovados ultrapasse a capacidade de publicação mensal, é aplicado o critério da **relevância relativa**. Segundo esse critério, os trabalhos com contribuição mais significativa para o avanço do conhecimento científico são aprovados. Esse critério é aplicado apenas aos trabalhos que atendam aos requisitos de qualidade, mas que, por excederem a capacidade de publicação mensal da revista, não podem ser todos aprovados. Por esse mesmo motivo, informamos que não aceitamos pedido de reconsideração.