

DEISY AIANE LIMA DE AQUINO

**VARIABILIDADE FENOTÍPICA E ESTIMATIVAS DE
PARÂMETROS DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE PARA
PRODUÇÃO DE GRÃO VERDE EM GENÓTIPOS DE FEIJÃO-
CAUPI**

**RECIFE
PERNAMBUCO-BRASIL
SETEMBRO- 2016**

Deisy Aiane Lima de Aquino

Bióloga

**VARIABILIDADE FENOTÍPICA E ESTIMATIVAS DE
PARÂMETROS DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE PARA
PRODUÇÃO DE GRÃO VERDE EM GENÓTIPOS DE FEIJÃO-
CAUPI**

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

ORIENTADOR

PhD Carlos Antônio Fernandes Santos (EMBRAPA SEMIÁRIDO)

RECIFE

PERNAMBUCO-BRASIL

SETEMBRO-2016

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

A657v Aquino, Deisy Aiane Lima de
Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grão verde em genótipos de feijão-caupi / Deisy Aiane Lima de Aquino. – 2016.
68 f. : il.

Orientador(a): Carlos Antônio Fernandes Santos .
|
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Melhoramento Genético de Plantas, Recife, BR-PE, 2016.
Inclui referências.

1. Vigna unguiculata 2. Diversidade genética 3. Produtividade I. Santos, Carlos Antônio Fernandes, orient. II. Título

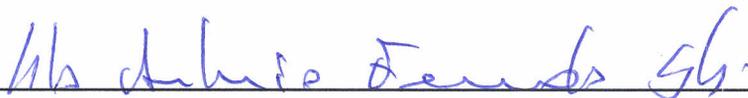
CDD 581.1

**VARIABILIDADE FENOTÍPICA E ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS DE
ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE PARA PRODUÇÃO DE GRÃO VERDE EM
GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI**

DEISY AIANE LIMA DE AQUINO

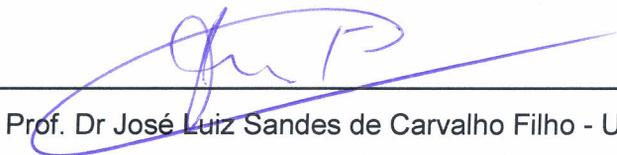
Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora em: ___/___/___

ORIENTADOR:

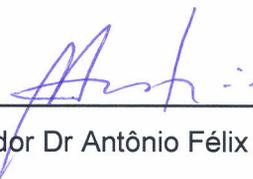


Dr. Carlos Antônio Fernandes Santos - Embrapa Semiárido

EXAMINADORES:



Prof. Dr. José Luiz Sandes de Carvalho Filho - UFRPE



Pesquisador Dr. Antônio Félix da Costa - IPA

**RECIFE
PERNAMBUCO
SETEMBRO - 2016**

*Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte,
não temeria mal algum, porque tu estás comigo.*

Salmo 23:4

Ofereço

A minha mãe, Maria das Dôres Lima de Aquino, as minhas irmãs, Aline e Amanda, a minha sobrinha Lívia e ao meu amigo Tiago Lima por todo amor e dedicação para comigo, por ser minha base.

Dedico

À minha filha Brendah Rafele

Agradecimentos

Este estudo somente se tornou possível graças, em primeiro lugar a Deus, que me sustentou nos momentos de fraqueza e desânimo e me capacitou para sua realização.

A minha mãe, por me ensinar a ser o que sou, e pela dedicação e compreensão.

A minha irmã Darley Amanda e a minha mãe Maria das Dores, pela atenção, cuidado, amor e carinho que dedicaram à minha filha nos momentos que ficaram com ela para que eu pudesse estudar.

A minha comadre Eliete Fernandes, cunhado Thiago Carvalho, Tio Edmilson por saírem de suas casas no final de semana para me ajudar nas avaliações.

Ao meu orientador Carlos Antônio Fernandes Santos pela dedicação, competência, paciência e por me incentivar a superar minhas limitações.

Aos meus queridos amigos de laboratório Carlos Silva, Soniane Rodrigues, Robson Souza, Washington Pacheco e Paloma Lubarino pela amizade, por todo companheirismo e dedicação. Em especial a Danillo Olegário por me ajudar incondicionalmente nas análises dos dados, ensinamentos e por sempre estar disposto a me ajudar.

Aos funcionários do campo experimental de Bebedouro e Mandacaru, Seu “Ticô”, Justino, Arlindo Santos, João Ferreira, Maurício pela dedicação nas avaliações do experimento.

A todos os meus professores do curso que, compartilharam seus conhecimentos, auxiliando na construção da minha carreira profissional.

Aos meus amigos de grupo, Jacilene, Tiago Lima e José Roneilson com quem compartilhei momentos de alegrias, tristezas e superações.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

A Embrapa Semiárido pela estrutura oferecida para o desenvolvimento da pesquisa.

A FACEPE pela concessão da bolsa de estudos.

Obrigada a todos!!!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dendrograma UPGMA obtido a partir de 17 caracteres avaliados em 30 genótipos de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp).....	45
Figura 1. Biplot AMMI para produção de grãos verdes de 30 genótipos (▲) de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) avaliados em seis ambientes (■).....	64
Figura 2. Biplot AMMI para produção de vagens verdes de 30 genótipos (▲) de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) avaliados em seis ambientes (■).....	65
Figura 3. Biplot AMMI para produção de grãos secos de 30 genótipos (▲) de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) avaliados em seis ambientes (■).....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação e origem dos genótipos de feijão-caupi avaliados para colheita verde do grão.....	42
Tabela 2. Quadrados médios, coeficiente de variação e média para 30 genótipos de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp) avaliados para onze descritores morfológicos relacionados com a colheita verde dos grãos. Petrolina-PE, 2016.....	43
Tabela 3. Quadrados médios, coeficiente de variação e média para 30 genótipos de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp) avaliados para nove variáveis agronômicas relacionados à colheita verde dos grãos. Petrolina-PE, 2016.....	44
Tabela 4. Número e identificação de 30 genótipos de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp), analisados para onze variáveis qualitativas e nove agronômicas, distribuídos em três grupos segundo o método de agrupamento ‘K-means’. Petrolina-PE, 2016.....	46
Tabela 5. Número e identificação de 30 genótipos de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp) para onze variáveis qualitativas e nove agronômicas distribuídos em seis grupos segundo o método de agrupamento Tocher com base no algoritmo Gower. Petrolina-PE, 2016.....	47
Tabela 1. Relação dos genótipos de feijão-caupi avaliados para estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade.....	60
Tabela 2. Quadrado médio total (QMT), quadrado médio do resíduo (QMR), médias e coeficiente de variação (CV), relacionados à produção de grãos verdes, produção de vagens verdes e produção de grãos secos em 30 genótipos de feijão-caupi avaliados em seis ambientes.....	61
Tabela 3. Análise de variância conjunta para produção de grãos verdes (Kg/ha ⁻¹), produção de vagens verdes (Kg/ha ⁻¹) e produção de grãos secos (Kg/ha ⁻¹), em 30 genótipos de feijão-caupi avaliados em seis ambientes.....	62
Tabela 4. Estabilidade e adaptabilidade para produção de grãos verdes e produção de grãos secos em 30 genótipos de feijão-caupi, avaliados em seis ambientes, utilizando o método Eberhart e Russel 1966 e Lin e Binns 1988.....	63

SUMÁRIO

Resumo	11
Abstract	12
1. Capítulo I – Considerações Gerais	13
1. Introdução	14
2. Revisão de Literatura	15
2.1 Origem, classificação botânica e distribuição	15
2.2 Importância socioeconômica	16
2.3 Feijão-caupi para produção de grão verde	17
2.4 Interação Genótipos x Ambientes.....	18
2.5 Adaptabilidade e estabilidade	20
2.6 Métodos que avaliam adaptabilidade e estabilidade	20
2.6.1 Método proposto por Eberhart e Russel	20
2.6.2 Método proposto por Lin e Binns	21
2.6.3 Método AMMI	21
2.7 Variabilidade genética em feijão-caupi	22
2.8 Referências.....	25
Capítulo II – Variabilidade fenotípica para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp)	31
Resumo	32
Abstract	32
Introdução	33
Material e Métodos	34
Resultados	36
Discussão	38
Referências	40
Capítulo III – Adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.)	48
Resumo	49
Abstract	49
Introdução	50
Material e Métodos	51
Resultados	52
Discussão	55
Referências.....	57
Considerações finais	67

Resumo

O trabalho objetivou avaliar a variabilidade fenotípica e parâmetros de adaptabilidade e estabilidade em genótipos de feijão-caupi. Os experimentos foram conduzidos nos campos experimentais de Bebedouro, Petrolina-PE, e de Mandacaru, Juazeiro-BA. O delineamento adotado foi em blocos casualizados, com três repetições, em seis ambientes. A variabilidade fenotípica foi avaliada para nove variáveis quantitativas e dez qualitativas. Realizaram-se ANOVA e análises de agrupamento, considerando o método UPGMA, com o coeficiente de similaridade de Jaccard, método modificado de Tocher, com o algoritmo de Gower e análise pelo agrupamento 'k-means'. Para análise de adaptabilidade e estabilidade, foram utilizadas as metodologias de Eberhart e Russell, Lin e Binns e o método multiplicativo (AMMI). Nas análises de variabilidade os principais resultados foram: 1) presença de ampla variabilidade para todas as variáveis estudadas, 2) recomendação dos genótipos P508, PCCR3F6L15 e BRS Acauã, 3) os genótipos P508 e PCCR3F6L15 apresentaram maiores produção de grãos verdes, período de colheita de vagens em torno de 20 dias, tempo de cocção de 12 min e 13 min, porte semiereto e prostrado e fácil abertura das vagens e soltura dos grãos na debulha, tendo grande potencial para serem recomendados como novas cultivares para a região do Vale do São Francisco para produção de grão tipo verde. Nas análises de adaptabilidade e estabilidade os principais resultados foram: a) presença de diferença significativa para os quadrados médios dos tratamentos em todos os ambientes, bem como na análise de variância conjunta ($P < 0,01$) para os efeitos de ambiente, genótipo e interação genótipo*ambiente, b) identificação das linhagens P303, P508 e PC950409D02E como de maior potencial para serem recomendadas como novas cultivares para a região do Vale do São Francisco para produção de grãos verdes de feijão-caupi, pois apresentaram produção de grãos verdes superior a 2141 kg ha^{-1} , estabilidade ampla e boa previsibilidade na série de ambientes avaliados. No conjunto das análises a linhagem P508, com produção de 2532 kg/ha^{-1} , é a melhor opção para recomendação para produção de grão verde de feijão-caupi.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, diversidade genética, produtividade, semiárido brasileiro, métodos de agrupamento, genótipos.

Abstract

The study aimed to evaluate the phenotypic variability and to estimate adaptability and stability parameters in cowpea accessions. The experiments were conducted in the experimental fields of Bebedouro, Petrolina-PE, and Mandacaru, Juazeiro-BA. The study design was a randomized block design with three replications in six environments. The phenotypic variability was assessed for nine quantitative and ten qualitative variables. ANOVA were performed and also cluster analysis considering the UPGMA method, based on the Jaccard coefficient, modified method of Tocher, with Gower algorithm and analysis by the group 'k-means'. For analysis of adaptability and stability, the methodologies used were Eberhart and Russell, Lin and Binns and the multiplicative method (AMMI). The main results of variability analyzes were: 1) presence of wide variability for all variables, 2) crossing recommendation of P508 and PCCR3F6L15 accessions with BRS Acauã, 3) the P508 and PCCR3F6L15 accessions showed higher production of green beans, pods harvest period around 20 days, cooking time of 12 min and 13 min, semi erect or semi climbing plants and easy opening pods and release of the grain in threshing, with great potential to be recommended as new cultivars to the region of the São Francisco Valley for grain green type. In the adaptability and stability analyzes the main results were: a) the presence of significant difference for the mean squares of treatments in all environments, as well as the pooled analysis of variance ($P < 0.01$) for environmental effects, genotype and interaction genotype*environment, b) identification of genotypes P303, P508 and PC950409D02E as the greatest potential to be recommended as new cultivars for the region of the São Francisco Valley for the production of green beans of cowpea, as they presented green grain production more than 2141 kg ha^{-1} , wide stability and good predictability in this series of environments. In all analyzes the line P508, with production of 2532 kg/ha^{-1} , is the best option for recommendation for production of green grain cowpea.

Key words: *Vigna unguiculata*, cowpea breeding, yield, Brazilian semi arid, clustering methods, genotypes.

CAPITULO I

CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma espécie cultivada amplamente nas regiões tropicais e subtropicais do globo, incluindo regiões semiáridas da África e do Brasil. Essa espécie apresenta algumas vantagens, como a fixação biológica de nitrogênio, adaptação a diferentes condições endofoclimáticas e baixo custo de produção, sendo por isso apontada como estratégica para a produção de alimentos (FREIRE FILHO *et al.*, 2005). Além disso, o grão de feijão-caupi possui alto valor nutricional sendo fonte de proteínas, sais minerais, como ferro e zinco, e quase todos os aminoácidos essenciais à alimentação humana. Desta forma, os fatores nutricionais aliados à facilidade de cultivo tornam o feijão-caupi elemento importante para alimentação das populações de baixa renda, assim como para a fixação do homem no campo (SILVA, 2010).

No melhoramento para feijão-verde as características físicas são muito importantes como as relacionadas com a qualidade física do grão, tais como a cor, o brilho e a textura do grão, pois estas estão intimamente ligadas à preferência e ao hábito alimentar do consumidor (BUTCHER *et al.*, 2005). Segundo Ehlers *et al.* (2003), o desenvolvimento de cultivares de feijão-caupi com grãos de tegumento verde e com persistência dessa cor, representa uma boa alternativa para o mercado de feijão imaturo, pois tais cultivares podem ser colhidas próximo ao estágio de maturidade do grão seco sem perder ou perder muito pouco de sua cor verde.

No Brasil, o feijão-caupi é cultivado predominantemente na região Nordeste, principalmente por parte da agricultura familiar. O emprego de baixo nível tecnológico na maior parte das áreas plantadas reflete em uma baixa produtividade da cultura. Além do baixo emprego de tecnologia, as adversidades climáticas apresentam-se como fator limitante para o ganho de produção da cultura. A irregularidade na distribuição de chuvas entre cada safra altera muito a quantidade produzida, sobretudo em regiões mais secas do Nordeste. É comum a ocorrência de anos com boa incidência de chuvas seguidos de anos com baixa pluviosidade nas épocas de cultivo, além da presença de períodos de seca curtos (veranicos) no decorrer da safra (FROTA; PEREIRA, 2000).

No Brasil existem cultivares com boa aceitação comercial, entretanto, não há programa de melhoramento objetivando a avaliação e recomendação em ambientes específicos como nas áreas do Centro-Oeste, onde a cultura encontra-se em franca expansão e a maior parte das lavouras é totalmente mecanizada (OLIVEIRA *et al.*, 2002). A escolha correta

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi da cultivar para um determinado ambiente e sistema de produção é de grande importância para a obtenção de boa produtividade de grãos.

Na fase final de lançamento de cultivares de feijão-caupi é de extrema importância o conhecimento da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos, a fim de amenizar os efeitos da interação genótipos x ambientes (G x E) e facilitar a recomendação de cultivares (ROCHA *et al.*, 2007).

Para avaliar e quantificar os efeitos da interação nas características agronômicas desejáveis da planta e posterior recomendação de genótipos para cultivo, experimentos são realizados em diferentes locais. Com isso, o estudo da adaptabilidade e estabilidade é uma maneira de avaliar o fenômeno da interação G x E, pois o interesse maior é a obtenção de genótipos que possuam um bom comportamento em diferentes condições ambientais, e não em apenas um ambiente em específico (HOOGERHEIDE *et al.*, 2007), ou seja, genótipos de ampla adaptação.

Uma das alternativas para diminuir os efeitos da interação G x E é a identificação de genótipos com maior estabilidade nos ambientes de cultivo (MORAIS, 2003). A detecção da interação significativa possibilita a discriminação dos genótipos quanto à análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica, em genótipos de adaptação geral e genótipos adaptados a ambientes específicos.

Existem diversas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade destinadas à avaliação de um grupo de genótipos numa série de ambientes (CRUZ *et al.*, 2006). Entre os principais métodos estão os que se baseiam em análise de variância, regressão linear, regressão não linear, análises multivariadas e estatísticas não paramétricas. (BARROS *et al.*, 2008; BASTOS *et al.*, 2007). A existência de relações entre os métodos também deve ser considerada, principalmente no que se refere ao ordenamento dos genótipos quanto à estabilidade e adaptabilidade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Origem, classificação botânica e distribuição.

A origem da espécie do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) não é bem definida (FREIRE FILHO, 1988). As regiões do Sul da Ásia e Oriente Médio seriam os possíveis centros de origem da espécie segundo Steele e Mehra (1980).

O feijão-caupi é uma planta *Dicotyledonea*, da ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, subfamília *Faboideae*, tribo *Phaseoleae*, subtribo *Phaseolineae*, gênero *Vigna*, espécie

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e subespécie *unguiculata* (MARÉCHAL; MASCHERPA; STAINIER, 1978; PADULOSI & NG 1997; VERDCOURT, 1970).

A introdução do feijão-caupi no Brasil ocorreu por meio da colonização portuguesa no século XVI, tendo vários pontos de entrada pelo litoral. A disseminação da cultura pelo Nordeste foi realizada em maior parte devido à migração de escravos (SIMON *et al.*, 2007).

2.2 Importância socioeconômica

O feijão-caupi é a principal fonte de proteína de origem vegetal na região semiárida brasileira, sendo que a maioria das cultivares atualmente em uso contém de 22 a 25% de proteínas nos seus grãos (VASCONCELOS *et al.*, 2010). A plasticidade da cultura, ou adaptação a diferentes condições ambientais, a capacidade de fixação biológica de nitrogênio e o baixo custo de produção fazem do feijão-caupi uma espécie estratégica para produção de alimentos (FREIRE FILHO *et al.*, 2005).

De acordo com dados da FAO (2014), a produção mundial no período de 2007 a 2012 foi de 22,1 milhões de toneladas. Contudo esses dados contabilizam conjuntamente as espécies *Phaseolus vulgaris* L. (feijão comum) e *V. unguiculata* L. (feijão-caupi).

Estimativas considerando a produção isolada de feijão-caupi foram feitas entre os anos de 2006 e 2008, com dados das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, onde se concentram os plantios da cultura (EMBRAPA AGEITEC, 2014). Nelas, a região Nordeste apresenta a maior área plantada (1.285.826 ha) e menor rendimento de produção (366 kg/ha), com a região Norte tendo uma área total de 55.824 hectares e produtividade média de 858 kg/ha, e o Centro-Oeste uma área de 17.852 hectares e rendimento de 1.233 kg/ha. Segundo Silva (2010), os principais motivos para baixo rendimento de produção no Nordeste são as adversidades climáticas, principalmente nas regiões semiáridas, e o emprego de pouca tecnologia agrícola. Em contra partida a cultura está em expansão para os cerrados das regiões Centro-Oeste e Norte, onde o feijão-caupi entra como uma alternativa de rotação com outras culturas como arroz e soja, ou mesmo como cultura principal, sendo cultivado por médios e grandes produtores a nível empresarial (FREIRE FILHO *et al.*, 2011).

Freire Filho *et al.* (2011) fizeram uma estimativa de dados de produção isolada de feijão-caupi para os anos de 2005 a 2009, com base em levantamentos de anos anteriores, fornecidos por produtores, extensionistas e empresas agrícolas. Ponderando

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi geração de 0,8 emprego/hectare/ano, um consumo per capita de 18,21 kg/pessoa/ano e preço mínimo de mercado de R\$ 80,00 a saca de 60 kg, os autores estimaram que a cultura alcançou uma renda de R\$ 684.825.333, gerando 1.113.109 empregos por ano e produzindo alimento suficiente para 28.205.327 pessoas entre os anos de 2005 e 2009.

2.3 Feijão-caupi produção de grãos verdes

O feijão-caupi é cultivado principalmente para a produção de grãos secos. Uma importante forma de comercialização do feijão-caupi é na forma verde, para culinária de pratos típicos da região Nordeste, como 'bode assado' ou 'baião-de-dois' ou devido ao menor tempo de cocção quando comparado com o grão seco. O feijão-verde corresponde às vagens em torno da maturidade, ou seja, um pouco antes ou um pouco depois do estágio em que param de acumular fotossintatos e iniciam o processo de desidratação natural, com grãos apresentando cerca de 50 a 60% de umidade (FREIRE FILHO *et al.*, 2005)

No Mercado do produtor de Juazeiro, ao longo de 2013, o preço médio do feijão-caupi verde foi de R\$ 3,50/kg, enquanto o tipo de grão seco de tegumento branco foi de R\$ 2,00/kg e do tipo 'canapu' foi de R\$ 4,80/kg. Esses dados indicam que o tipo verde é uma importante alternativa de produção para o feijão-caupi, situando-se bem acima do preço médio do feijão-caupi de tegumento branco ou creme.

Silva e Silva (1991) estudaram a produtividade de vagens verdes, grãos verdes e grãos secos e identificaram a cultivar BR 1- Poty (CNCx 27 - 2E) como a mais produtiva nos três caracteres, com produtividades de vagens verdes, grãos verdes e grãos secos, respectivamente, de 4.097, 2.576 e 1.257 kg.ha⁻¹. Esses dados indicam que a produção do feijão-caupi para grãos verdes pode ser o dobro da produção de grãos secos. Para Ramos (2011), nem sempre a cultivar mais produtiva em termos de vagens verdes é a mais produtiva em termos de grãos verdes e grãos secos, sendo que a não correspondência entre o peso de vagens verdes e o peso de grãos verdes decorre do fato da relação peso grão/peso casca variar de genótipo para genótipo.

Para o mercado de grãos verdes ou vagens verdes, os genótipos preferidos pelos agricultores são aqueles que apresentam porte prostrado a semi-prostrado, crescimento indeterminado e maturação não uniforme, o que permite várias colheitas durante a safra, além de alta produtividade. O consumidor prefere vagens roxas ou verdes, grãos brancos ou verdes, fácil cocção e bom sabor e odor. Além disso, o comerciante prefere genótipos

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi que sejam fáceis de debulhar e que apresentem boa conservação pós-colheita (ROCHA *et al.*, 2006).

Segundo Rocha *et al.* (2007), para a produção de feijão verde, deve-se enfatizar ainda uma planta que floresça e produza frutos durante um longo período, vagens atrativas e bem granadas, e relação peso grão verde/vagem verde superior a 60% do peso e grãos com capacidade de preservar um bom aspecto pós-colheita e pós-debulha, pois grãos que escurecem rápido não são bem aceitos no mercado.

No Vale do São Francisco, apesar da importância do feijão-caupi verde, não foram ainda realizados estudos para desenvolvimento de cultivares para esse nicho de mercado. Até então a produção de vagens verdes é realizada independente de estudos que indiquem qual a melhor cultivar para essa atividade. Também não foram realizados estudos para definição do ideotipo da planta a ser selecionada, seja pela avaliação de acessos ou pelo desenvolvimento de linhagens, levando em consideração as preferências regionais para o feijão-caupi tipo grão verde.

Segundo Santos *et al.* (2008), a recomendação de cultivares para a região de Petrolina e Juazeiro tem sido realizada por inferência da avaliação de cultivares em outras regiões, sendo que a melhor situação é o estabelecimento de programa de melhoramento do feijão-caupi, levando em consideração as especificidades regionais.

2.4 Interação genótipos x ambientes

O comportamento de um dado genótipo é resultante de efeitos genéticos sob a influência de efeitos ambientais. Entretanto, quando se considera uma série de ambientes, detecta-se, além dos efeitos genéticos e ambientais, um efeito adicional, proporcionado pela interação deste genótipo e do ambiente (CRUZ *et al.*, 2006).

A avaliação de interação genótipos x ambientes é imprescindível para o melhoramento uma vez que, o melhor genótipo em um dado ambiente não apresenta o mesmo comportamento em outro, principalmente no caso do feijão-caupi que é cultivado nas mais diversas condições de solo e em três safras durante o ano (FARIA *et al.*, 2009).

A interação genótipos x ambiente é classificada em simples e complexa (ROBERTSON, 1959). Na denominada simples, há interação, mas não interfere na seleção já que não altera a classificação dos genótipos. Quando a fração predominante for à complexa, há uma inversão de comportamento dos genótipos. Promovendo

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi
mudança no comportamento dos genótipos nos diferentes ambientes de avaliação, tornando difícil a seleção de genótipos superiores.

A interação simples é de menor importância para os melhoristas, pois não alteram a classificação dos genótipos nos ambientes, permitindo a definição de seleção. No entanto a interação complexa altera o ordenamento dos genótipos nos ambientes, dificultando a seleção e recomendação desses materiais. Esses fatores interferem na classificação relativa dos genótipos, influenciando sua avaliação e fazendo com que as interpretações das estimativas não possam ser estendidas a outras regiões (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO *et al.*, 2004), além deste tipo de interação inflacionar as estimativas de variância genética, resultando em super estimativas do ganho genético esperado com a seleção (SANTOS, 2014).

O método mais utilizado para a avaliação da interação G x E é a análise de variância, por meio da análise conjunta dos experimentos, o qual é determinado pelo teste F e estatisticamente são detectadas com um padrão de resposta diferencial e significativa dos genótipos entre os ambientes (CRUZ *et al.*, 2004; SANTOS, 2014).

A interação G x E tem inúmeras implicações em um programa de melhoramento e, na etapa de avaliação de linhagens para indicação de novas cultivares, sua avaliação torna-se indispensável. As avaliações das linhagens devem ser realizadas em redes de ensaios, para que se estime seu valor de cultivo e uso, o que viabiliza sua indicação para cultivo nas regiões as quais foram testadas (PEREIRA *et al.*, 2009)

A ocorrência da interação G x E tem grande importância para produtividade de grãos. Uma forma de tirar proveito dessa interação na indicação de novas cultivares é identificar genótipos com ampla adaptabilidade e boa estabilidade (PEREIRA *et al.*, 2009). Assim, a estimação dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade tem sido uma forma muito utilizada, entre os melhoristas de plantas, de avaliar novos genótipos antes de sua recomendação como cultivares (MARQUES *et al.*, 2011).

A partir da avaliação da adaptabilidade e estabilidade pode-se selecionar genótipos com adaptação ampla ou específica para uma região, escolher locais de seleção, identificar o nível de estresse nos ambientes escolhidos para as fases iniciais da seleção e, também determinar o número ideal de genótipos e de ambientes a serem avaliados na seleção (SANTOS *et al.*, 2016).

2.5 Adaptabilidade e estabilidade

Como já mencionado, a interação G x E constitui-se num dos maiores desafios dos programas de melhoramento, seja na fase de seleção ou na recomendação das cultivares. Para amenizar a influência dessa interação, tem-se recomendado o emprego de cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

Cruz *et al.* (2004) define adaptabilidade como à capacidade de os genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente, ou seja, os genótipos que se comportaram similar nos ambientes as quais foram submetidos são os mais adaptados. De acordo com o mesmo autor, estabilidade refere-se à capacidade de os genótipos mostrarem um comportamento altamente previsível em função do estímulo do ambiente.

2.6 Métodos que avaliam a adaptabilidade e estabilidade

2.6.1 Método proposto por Eberhart e Russel (1966)

A metodologia proposta por Eberhart e Russell (1966) é uma das mais utilizadas pelos melhoristas de plantas para avaliar a adaptabilidade e estabilidade produtiva dos genótipos. De acordo com a metodologia de Eberhart e Russel, a adaptabilidade é avaliada por meio de análise de regressão linear simples, na qual é estimada uma equação de regressão para cada genótipo em teste. Assim, são fornecidas informações sobre a resposta relativa de cada um dos genótipos avaliados em relação às médias dos ambientes, bem como em relação a sua resposta linear (Eberhart & Russell, 1966).

Nesse método, o coeficiente de regressão está associado ao componente linear, indicando a adaptabilidade do genótipo, sendo estimado por $Y_{ij} = \beta_0 + \beta_i l_j + S_{di}^2$, onde Y_{ij} é a média do genótipo i no ambiente j ; β_0 é a média do genótipo i em todos os ambientes; β_i é o coeficiente de regressão; l_j é o índice de ambiente e S_{di}^2 é o desvios da regressão, mais o erro experimental contido em Y_{ij} . Além disso, são estimados os coeficientes (R^2) para cada uma das equações obtidas para cada um dos genótipos, para verificar o ajuste da equação ao genótipo a partir de índices de qualidade ambiental. Os genótipos com índice $\beta_i=1$ têm adaptabilidade ampla, sendo que desvios da regressão igual à zero ($\sigma_{di}^2=0$) indicam boa estabilidade.

O método de Eberhart e Russel (1966) é amplamente utilizado em trabalhos com feijão-caupi (BARROS *et al.*, 2013; BERLAMINO *et al.*, 2013; OLIVEIRA *et al.* 2013; SILVA

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi *et al.*, 2013; VILARINHO *et al.*, 2013). Em todos esses trabalhos, os autores identificaram genótipos com ampla adaptabilidade e com adaptação específica a ambientes favoráveis e desfavoráveis.

2.6.2 Método proposto por Lin e Binns (1988)

A metodologia proposta por Lin e Binns (1988) é uma técnica baseada em métodos não paramétricos, que a difere das metodologias baseadas em regressão linear e ainda possibilita identificar um ou mais genótipos com desempenho próximo ao máximo nos vários ambientes testados. Esta metodologia caracteriza os genótipos superiores por meio do parâmetro P_i , associado à estabilidade e à produtividade, e define um genótipo superior como aquele que apresenta performance próxima do máximo nos ambientes testados.

Posteriormente, a estimativa P_i foi decomposta conforme a proposta de Carneiro(1998), na qual se utiliza os índices ambientais positivos, incluindo o valor zero para estimar-se o P_{if} e da mesma forma e com os índices ambientais negativos estima-se o P_{id} . Para que esse parâmetro atendesse às necessidades dos melhoristas, o mesmo foi dividido para ser utilizado, além da forma geral, em ambientes favoráveis e desfavoráveis (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

A classificação dos ambientes segundo essa metodologia é baseada nos índices ambientais dada pela diferença dos genótipos em cada ambiente e à média geral, tornando prático o trabalho dos melhoristas, pois esses profissionais terão os melhores genótipos de forma geral, podendo direcioná-los especificamente para aquele ambiente que se tenha maior aplicação de tecnologias como para aquele que não tenha esse manejo (SANTOS, 2014).

2.6.3 Método AMMI (1999)

O modelo AMMI (Additive Main Effects and Multiplicative Interacion), foi de acordo com Lavoranti (2004), proposto inicialmente por Mandel (1971). Nesta análise, combina-se em um único modelo, componentes aditivos para os efeitos principais para genótipos (g_i) e ambiente (a_j) e componentes multiplicativos para efeitos principais de interação G x E ($g_{a}ij$) (DUARTE & VENCOVSKY, 1999).

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

Esta análise ajuda identificar genótipos de alta produtividade e amplamente adaptados, como na localização de zoneamento agrônômico, com fins de recomendação e seleção de locais de teste (GAUCH & ZOBEL, 1996). Permite uma análise mais detalhada da interação G x E, garante a seleção de genótipos mais produtivos, propicia estimativas mais precisas das respostas genotípicas e possibilita uma fácil interpretação gráfica dos resultados da análise estatística (DUARTE & VENCOVSKY; 1999)

Oliveira *et al.* (2003) salientam que o detalhamento da interação G x E é obtido a partir da decomposição da soma dos quadrados originais ($SQ_{G \times E}$), em uma porção denominada padrão e noutra chamada ruído. A primeira possibilita a identificação de fatores ambientais e genotípicos mais diretamente relacionados à interação, sendo obtida após o descarte de ruídos adicionais ao erro experimental. Outra vantagem é a possibilidade de representação gráfica (biplot) simultânea dos escores dos efeitos da interação para cada genótipo, tornando fácil a visualização dos resultados.

A possibilidade de obtenção de gráficos de componentes principais mantido na análise do modelo AMMI e gráficos dos escores de eixos de IPC contra o rendimento médio é uma característica importante desse método. Escores de genótipo e ambientes podem ser plotados no mesmo gráfico e usado para identificar, visualmente, a estabilidade e a similaridade entre os genótipos e ambiente (FERREIRA *et al.*, 2006). Assim, escores próximos ao eixo de zero são genótipos e ambientes estáveis. Genótipos e ambientes com escores de mesmo sinal são os mais adaptados (DUARTE & VENCOVSKY, 1999).

A análise AMMI permite agrupar genótipos com adaptações específicas a épocas de plantio mais adequadas e mais produtivas (MORAIS *et al.*, 2003), identificar genótipos mais estáveis e produtivos com informações complementares (MAIA *et al.*, 2006; ROCHA *et al.*, 2007; CUCOLOTTI *et al.*, 2007); identificar locais mais contrastantes com interação G x E e, classificar em zonas agrônômicas (PACHECO *et al.*, 2003; YAN *et al.*, 2007); ou classificar um único ambiente (SAMONTE *et al.*, 2005; MIRANDA *et al.*, 2009)

2.7 Variabilidade genética em feijão-caupi

A caracterização é o primeiro passo para se conhecer uma nova variedade. Os descritores morfo-agrônômicos auxiliam no processo de caracterização. Segundo Carvalho *et al.* (2008), a caracterização permite identificar os caracteres de alta herdabilidade em diferentes níveis como agrônômica, bioquímica e molecular. Por mais

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi da caracterização pode-se inferir sobre melhores variedades e posteriormente cruzá-las para obtenção de híbridos ou de genótipos melhorados para determinada característica de interesse (LIMA, 2016). A variabilidade genética só pode ser eficientemente utilizada se for devidamente avaliada e quantificada, sendo a descrição das introduções ou acessos fundamental para a manutenção e exploração do potencial das coleções. Tal caracterização pode ser feita por meio de marcadores ou descritores morfológicos (SINGH, 2001).

Há duas maneiras de se estudar a diversidade genética, a de natureza quantitativa e a outra de natureza preditiva. Para Cruz e Carneiro (2006) os métodos preditivos tomam como base as diferenças morfológicas, fisiológicas ou moleculares, expressando o grau de diversidade genética presentes entre os genótipos estudados. Segundo Johson e Wichen (2007) a estimativa de similaridade quantifica o grau de semelhança ou de diferença apresentado entre os genótipos. Para Manly, (2008) a análise de agrupamento tem por objetivo reunir por critério de classificação os genótipos em diferentes grupos, de forma que exista homogeneidade dentro do mesmo grupo e heterogeneidade entre eles.

Em relação às técnicas de agrupamento pode ser dividido em hierárquico, em que cada indivíduo se encontra inicialmente isolado. Esta técnica envolve a construção de dendrograma ou árvore. A outra forma de agrupamento são os não hierárquicos, em que a distribuição nos grupos é realizada por critérios de otimização, uma vez que os grupos formados são pré-estabelecidos (MOHAMMADI; PRASANNA, 2003) no qual enquadra-se o método citado por Rao (1970) como sugestão de Tocher. A avaliação dos genótipos proporciona escolher cultivares com base nas variáveis mais relevantes para o melhoramento (COELHO *et al.*, 2010).

Andrade (2010) avaliando vinte acessos de feijão-caupi para grão-verde, encontrou variabilidade genética para os caracteres número de dias para o início de floração, número de dias para maturação da vagem verde, comprimento de vagens verdes, número de grãos por vagem verde, peso de 100 grãos, produtividade de vagens verde, produtividade de grão verde, índice de grão verde e tempo de cocção. Com a variabilidade apresentada é possível o ganho genético em ciclos adicionais de seleção.

Silva Filho *et al.* (2013), avaliando morfológicamente sementes de acessos de feijão-caupi coletadas no Rio Grande do Norte, verificaram a existência de variabilidade, indicando a possibilidade de seleção para os caracteres peso de 100 grãos, cor do tegumento, presença e cor do halo, padrão do auréolo, forma da semente, textura da semente, além de identificarem potenciais acessos a serem incorporados no pré

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi melhoramento. Lopes *et al.* (2006), encontraram variabilidade entre cultivares crioulas de feijão-caupi para número de dias para o florescimento, comprimento e número de nós do ramo principal e peso de 100 sementes. Estes trabalhos confirmam que a caracterização é essencial para se conhecer o material genético presente em cada região e as relações genéticas entre as características de interesse agrônômico (ANDRADE *et al.*, 2010).

Torna-se importante avaliar a variabilidade genética dentre genótipos de feijão-caupi, uma vez que se torna possível encontrar genótipos contrastantes para caracteres de interesse agrônômico, podendo ser utilizados nos programas de melhoramento.

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

2.8 REFERÊNCIAS

ANDRADE FN. **Avaliação e seleção de linhagens de tegumento e cotilédone para o mercado de feijão-caupi verde.** (2010). 109f . Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Piauí.

ANDRADE FN, ROCHA M de M, GOMES RLF, FREIRE FILHO FR, RAMOS SRR (2010) Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi avaliados para grão fresco. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, V.41, N.2, P.253-258.

BARROS HB, SEDIYAMA T, CRUZ CD, REIS MS. (2008) Análises paramétricas e não paramétricas para determinação da adaptabilidade e estabilidade genótipos de soja. **Scientia Agraria**, Santa Maria, v.9, n.3, p. 299-309.

BARROS MA, ROCHA MM, GOMES RLF, SILVA KJD de, NEVES AC das (2013) **Adaptabilidade e estabilidade produtiva de feijão-caupi de porte semiprostrado.** In: Congresso Nacional de Feijão-caupi. Recife-PE.

BASTOS IT, BARBOSA MHP, RESENDE MDV PETERNELLI LA, SILVEIRA LCI, DONDA LR, FORTUNATO AA, COSTA PMA, FIGUEIREDO ICR (2007). Avaliação da interação genótipo x ambiente em cana-de-açúcar via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, n.4, p.195-203.

BERLAMINO LC, NOGUEIRA ACW, AMORIM LLB, WINTER P, ISEPPON AMB (2013) **Genetic components useful for iron and zinc biofortification in Vigna unguiculata (L.). Walph.** . In: Congresso Nacional de Feijão-caupi. Recife-PE.

BUTCHER J, MORELOCK T, WILLIAMS D (2005) Effect of storage conditions and genotype on shelflife of fresh southernpea. **Hortscience**, v.40, n.3, p. 882.

CARNEIRO, PCS (1998) **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento.** 155f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa.

CARVALHO MF. de, CRISTANE M, FARIAS FL, COIMBRA JLM, BOGO A, GUIDOLIN A F (2008) Caracterização da diversidade genética entre acessos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) coletados em Santa Catarina por marcadores RAPD. **Ciência Rural, Santa Maria**, RS, v. 38, n. 6, p.1522-1528.

COELHO CMM, ZILIO M, SOUZA CA, GUIDOLIN AF, MIQUELLUTI DJ (2010) Características morfo-agronômicas de cultivares crioulas de feijão comum em dois anos de cultivo. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 1177-1186.

CRUZ CD, REGAZZI AJ, CARNEIRO PCS (2006). **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** 4. ed. Viçosa: UFV, 390 p.

CRUZ, CD, REGAZZI AJ, CARNEIRO PCS (2004). **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa:Universidade Federal de Viçosa, 480p.

- AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi
CUCOLOTTO M, PÍPOLO VC, GARBUGLIO DD, FONSECA JUNIOR NS, DESTRO D, KAMIKOGA MK (2007). Genotype x environment interaction in soybean: evaluation through three methodologies. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 7, n. 3, p. 270-277.
- DUARTE JB, VENCOVSKY R (1999). Interação genótipos x ambientes: uma introdução à análise AMMI. **Sociedade Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, 60p.
- EBERHART SA, RUSSELL WA (1966). Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**. Madison, v.6, n.1, p.36-40.
- EHLERS JD, FERY RL, HALL AE(2002). Cowpea breeding in the USA: new varieties and improved germplasm. In: FATOKUN, C. A.; TARAWALI, S. A.; SINGH, B. B.; KORMAWA, PM, TAMÓ M. (Ed.) **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production**. Ibadan: International Institute of Tropical Agriculture, p.62-77.
- EMBRAPA, AGEITEC. **Estimativas do feijão-caupi** (2014). Disponível em:<
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao-caupi/arvore/CONTAG01_16_510200683536.html>
- FAO. **FAOSTAT – ProductionCrops**. (2014). Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>>. Acesso em 15 jun 2016.
- FARIA AP, MODA CIRINO V, BURATTO JS, SILVA CFB, DESTRO D (2009). Interação genótipo x ambiente na produtividade de grãos de linhagens e cultivares de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringa, v.31, n.4, p. 579-585.
- FREIRE FILHO FR (2011). **Feijão-caupi no Brasil: Produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Terezina: EMBRAPA meio Norte, 84p.
- FREIRE FILHO FR. Genética do caupi. In: ARAÚJO JPP de, WATT EE. (Org.) (1988) **O caupi no Brasil**. Brasília, ITA/EMBRAPA, p. 194-222.
- FREIRE FILHO FR, LIMA JA de A, RIBEIRO VQ (2005). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 519p.
- FREIRE FILHO FR, RIBEIRO VQ, BARRETO PD, SANTOS AA dos (2005). Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO FR, LIMA JAA, RIBEIRO VQ. **Feijão caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: EMBRAPA, p. 29–75.
- FROTA AAA, PEREIRA PR (2000). **Caracterização do feijão-caupi na região meio-norte do Brasil**. CARDOSO, M. J. (Org.). A cultura do feijão-caupi no meio-norte do Brasil. EMBRAPA Meio-Norte, 264p.
- GAUCH HG, ZOBEL RW (1966). AMMI analysis of yield trials. In: KANG MS, GAUCH HG (1996) (Ed.). **Genotype by environment interaction**. Boca Raton: CRC Press, v.4, p.85-122.
- HOOGERHEIDE ESS, FARIAS FJC, VENCOVSKY R, FREIRE EC (2007). Estabilidade fenotípica de genótipos de algodoeiro no estado do Mato Grosso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.5, 9p.

- AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi
JOHNSON RA, WICHEN DW (2007). **Applied multivariate statistical analysis**. 6. Ed. Person: Prentice hall, 773 p.
- LAVORANTI OJ (2004). **Modelagem AMMI para estudos de interação em modelos estatísticos de efeitos fixos**. Colombo: Embrapa Florestas, 7p. (Comunicado Técnico, 124).
- LEITE ML, VIRGENS FILHO JS (2009). Produção de matéria seca em plantas de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) submetidas a déficits hídricos. **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 10, p. 43-51.
- LIMA SR (2016). **Diversidade entre variedades crioulas de feijão-caupi do Acre**. 1990, 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do Acre, Rio Branco.
- LIN CS, BINNS MR (1988). A superiority measure of cultivar performance for cultivars x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, 68: 193-198.
- LIN CS, BINNS MR, LEFKOVITCH LP (1986). Stability analysis. Where do we stand? **Crop Science**, Madison, v.26, n.1, p. 894-899.
- LOPES EML, FREIRE FILHO FR, GOMES RLF, MATOS FILHO CHA (2006). **Caracterização morfo-agronômica de cultivares locais de feijão-caupi do grupo Canapu**. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte, 6p. (Documentos, 121)
- MAIA MCC, VELLO NA, ROCHA MM, PINHEIRO JB, SILVA JUNIOR NF (2006). Adaptabilidade e estabilidade de linhagens experimentais de soja selecionadas para caracteres agrônômicos, através de método uni-multivariado. **Bragantia**, Campinas, v.6, n.1, p.215-226.
- MANDEL, J.A (1971) new analyses of variance model for non - additive data. **Technometrics**. Washington, v.13, n.1, p.1-18.
- MANLY BJF (2008). **Métodos estatísticos multivariados: uma introdução**. Porto Alegre: Bookman, 229 p.
- MARÉCHAL R, MASCHERPA JM, STAINER F (1978). Étude taxonomique d'un groupe complexe d'espèces de genres *Phaseolus* et *Vigna* (Papilionaceae) sur la base de données morphologiques et polliniques, traitées par l'analyse informatique. **Boissiera**, Geneve, v.28, n.1, p.1-273.
- MARQUES MC, HAMAWAKI OT, SEDIYAMA T, BUENO MR, REIS MS, CRUZ CD, NOGUEIRA APO (2011). Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.1, p.59-69.
- MIRANDA GV, SOUZA LV, GUIMARÃES LJM, NAMORATO H, OLIVEIRA LR, SOARES MO (2009). Multivariate analyses of genotype x environment interaction of popcorn. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n. 1, p.45-50.
- MOHAMMADI SA, PRASANNA BM (2003). Analysis of genetic diversity in crop plants: salient statistical tools and considerations. **Crop Science, Madison**, v. 43, n. 4 p. 1235-1248.

- AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi
MORAIS LK, PINHEIRO JB, MOURA MF, AGUIAR AV, DUARTE JB, CARBONELL SAM, ZUCCHI MI, MOURA NF (2003). Estabilidade e adaptabilidade de cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura utilizando a metodologia AMMI. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.19, n.1, p. 7-14.
- OLIVEIRA AB, DUARTE JB, PINHEIRO JB (2003). Emprego da análise AMMI na avaliação da estabilidade produtiva em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.1, p.357-364.
- OLIVEIRA AP, TAVARES SOBRINHO J, NASCIMENTO JT, ALVES AU, ALBUQUERQUE IC, BRUNO GB (2002). Avaliação de linhagens e cultivares de feijão-caupi, em Areia, PB. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n. 2, p.180-182.
- OLIVEIRA IJde, FONTES JRA, DIAS MC, ROCHA MM (2013). **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão-caupi no Estado do Amazonas**. . In: Congresso Nacional de Feijão-caupi. Recife-PE.
- PACHECO RM, DUARTE JB, ASSUNÇÃO MS, NUNES Jr J, CHAVES AAP (2003). Zoneamento e adaptação produtiva de genótipos de soja de ciclo médio de maturação para Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.33, p.23-27.
- PADULOSI S, NG N.Q (1997). Origin taxonomy, and morphology of *Vigna unguiculata* (L.) Walp.In: SINGH, B. B.; MOHAN, R.; DASHIELL, K. E; JACKAI, L. E. N. (Ed.). **Advances in cowpea research**. Ibandan: IITA, Tsukuba: JIRCAS, p. 1-12.
- PEREIRA HS, MELO LC, DEL PELOSO MJ, FARIA LC, COSTA JGC, DÍAZ JLC, RAVA CA, WENDLAND A (2009). Comparação de métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.4, p.374-383.
- RAMOS HMM (2011). **Características produtivas, fisiológicas e econômicas do feijão-caupi para grãos verdes sob diferentes regimes hídricos**. 109f. il. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- RAO CR (1970). **Advanced Statistical Methods in Biometric Research**. John Wiley Sons, New York, 390p.
- ROBERTSON A (1959). **Experimental deisgn measurement of heritabilities and genetic correlations**. Biometricad genetics, New York. Pergamon Press, 186p.
- ROCHA M de M, FREIRE FILHO FR, RAMOS SRR, RIBEIRO VQ, ANDRADE FN, GOMES RLF (2006). **Avaliação agrônômica de genótipos de feijão-caupi para produção de grãos verdes**. Teresina: Embrapa Meio-Nort, 16p.
- ROCHA M de M, SOARES M da C, FREIRE FILHO FR, RAMOS SRR, RIBEIRO VQ (2007). Avaliação preliminar de genótipos de feijão-caupi para feijão-verde. **Revista Científica Rural**, v.12, n.1 p. 153-156.
- ROCHA MM, SILVA KJD e, VIEIRA PFMJ, CECCON G, SANTOS A, NETO ALN, SILVA JF, CORREA AM, ALVAREZ RCF (2013). **Adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de feijão-caupi de porte semiprostrado na Região Centro-Oeste do Brasil**. In: Congresso Nacional de Feijão-caupi. Recife-PE.

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

ROCHA MM, FREIRE FILHO FR, RIBEIRO VQ, CARVALHO HWL, BELARMINO FILHO J, RAPOSO JAA, ALCÂNTARA JP, RAMOS SRR, MACHADO CF (2007). Adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto na Região Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.1, p. 1283-1289.

SAMONTE SOPB, WILSON LT, MCCLUNG AM, MEDLEY JC (2005). Targeting cultivars onto Rice growing environments using AMMI and SREG GGE biplot analyses. **Crop Science**, Madison, v.45, n.1, p. 2414-2424.

SANTOS A (2014). **Comparação de métodos para descrição de Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de feijão-caupi**. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

SANTOS A, CECCONN G, TEODORO PE, CORREA AM, ALVAREZ RCF, SILVA JF, ALVES VB (2016). Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão caupi ereto via REML/BLUP e GGE Biplot. **Bragantia**, Campinas, Ahead print. Disponível em:<http://www.scielo.br/pdf/brag/2016nahead/pt_0006-8705-brag-1678-4499280.pdf> Acesso em: Jun. 2016.

SANTOS CAF, BARROS GA de A, SANTOS ICN, FERRAZ MG de S (2008). Comportamento agrônomo e qualidade tecnológica de grãos de linhagens de feijão-caupi avaliadas no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.1, p. 404-408.

SILVA FILHO AJR da, ANTONIO RP, SILVA PSL e, SILVEIRA LM da, ALBUQUERQUE LB (2013). Avaliação morfológica e agrônoma de sementes de acessos de caupi coletados no Rio Grande do Norte. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, PB, v. 9, n.4, p. 102-106.

SILVA OF (2010). **Consumo per capita no Brasil**. Disponível em:<<http://cnpaf.embrapa.br/apps/socioeconomico/docs/arroz/consumopercapita>>. Acesso em: 20 Jun 2016.

SILVA KJD e, ROCHA MM, VIEIRA PFMJ, CECCON G, SANTOS A, NETO ALN, SILVA JF, CORREA AMC, ALVAREZ (2013). **Adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de feijão-caupi de portes ereto e semiereto na Região Centro-Oeste do Brasil**. In: Congresso Nacional de Feijão-caupi. Recife-PE.

SILVA KMBE, SILVA PSLE (1991). Produtividade de grãos verdes e secos de milho e de caupi. **Horticultura Brasileira**, v.9, n.2, p. 87-89.

SILVA KJD, ROCHA MM, FREIRE FILHO FR, RIBEIRO AAV, CAVALCANTES ES, NASCIMENTO IR, OLIVEIRA IJ, RODRIGUES JELF, GONÇALVES JRP, JÚNIOR JRV, MARINHO JTS (2013). **Adaptabilidade e estabilidade produtiva do genótipos de feijão-caupi de portes ereto e semiereto na região Norte do Brasil**. In: Congresso Nacional de Feijão-caupi. Recife-PE.

SILVA VPR, CAMPOS JHBC, SILVA MT, AZEVEDO PV (2010). Impact of global warming on cowpea bean cultivation in northeastern Brazil. **Agricultural Water Management**, v. 97, n.1, p. 1760-1768.

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

SIMON MV, BENKOISEPPON AM, RESENDE LV, WINTER P, KAH, G (2007). Genetic diversity and phylogenetic relationship in Vigna Savi germplasm revealed by DNA amplification fingerprinting (DAF). **Genome**, v.50, n.1, p 538-547.

SINGH SP (2001). Broadening the genetic base of common bean cultivars: a review. **Crop Science**, Madison, v.41, n.6, p. 1659-1675.

STEELE WM, MEHRA KL (1980). Structure, evolution and adaptation to farming system and environment in Vigna. In: Summerfield, D.R; Bunting, A.H., eds. Advances in legume science. England, **Royal Botanic Gardens**, p. 459-468.

VASCONCELOS IM, MAIA FMM, FARIAS DF, CAMPELLO CC, CARVALHO AFO, MOREIRA RA, OLIVEIRA JTA de (2010). Protein fractions, amino acid composition and antinutritional constituents of high-yielding cowpea cultivars. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.23, n.1, p. 54-60.

VETDECOURT B (1970). Studies in the Leguminosae – Papilionoidea for the flora of tropical East Africa. IV. Kew Bulletin, v. 24, n. 1, p. 569-597.

VILARINHO AA, PEDROZO CA, ROCHA M de M, FREIRE FILHO FR, SILVA KJD e (2013). **Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão-caupi de porte semiprostrado em Roraima**. . In: Congresso Nacional de Feijão-caupi. Recife-PE.

YAN W, KANG MS, MA B, WOODS S, CORNELIUS PL (2007). GGE Biplot vs. AMMI Analysis of Genotype-by-Environment Data. **Crop Science**, Madison, v.47, n.1, p.643-653.

ZOBEL RW, MADISON JW, GAUCH HG (1988). Statistical analysis of a yield trial. **Agronomy Journal**, v. 80, n.1, p.388-393.

CAPITULO II

VARIABILIDADE FENOTÍPICA PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS VERDES EM GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.). Walp)

Variabilidade fenotípica para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)

Resumo

Esse trabalho teve como objetivo estimar a variabilidade fenotípica entre 30 genótipos de feijão-caupi para colheita de grãos verdes. O experimento foi conduzido em blocos casualizados, com três repetições, em seis ambientes. Foram avaliados os seguintes caracteres: produção de grãos e vagens verdes, produção de grãos secos, número de vagens verdes, peso de cem grãos, comprimento de vagem verde, número de grãos da vagem verde, tempo de cocção, período de colheita de vagem verde, cor do grão verde, cor da vagem, porte da planta, facilidade de abertura da vagem verde, facilidade de soltura do grão da vagem verde, valor de cultivo, escurecimento do grão após a debulha. Realizaram-se ANOVA e análises de agrupamento, considerando o método UPGMA, com o coeficiente de similaridade de Jaccard, método modificado de Tocher, com o algoritmo de Gower e análise pelo agrupamento 'k-means'. Observou-se ampla variabilidade para todas as variáveis. Para as características avaliadas os acessos P508 e PCCR3F6L15 apresentaram maiores produção de grãos verde, período de colheita de vagens em torno de 20 dias, tempo de cocção de 12 min e 13 min, porte de semiereto a prostrado e fácil abertura das vagens e soltura dos grãos na debulha, tendo grande potencial para serem recomendadas como novas cultivares a para produção de grão tipo verde.

Palavras-chave: Variabilidade genética, Grão verde, Análise de agrupamento

Abstract

This study aimed to estimate the phenotypic variability among 30 cowpea genotypes to green grain harvest. The experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in six environments. Were evaluated the following characters: green pods and grain yields, dry grain yield, number of green pod, hundred grain weight, green pod length, number of grains of green beans, cooking time, green pod harvest period, color green grain, color pod, plant height, green grain size, opening facility green pod, release facility of grain green pod, agronomic value, grain darkening after threshing. ANOVA was performed and analysis for three clustering methods: the UPGMA method, based on Jaccard similarity coefficient, modified method of Tocher, adopting the Gower algorithm and analysis by the group 'k-means'. Crossing P508 and PCCR3F6L15 accessions to BRS Acauã are suggested. Among the characteristics evaluated the P508 and PCCR3F6L15 accessions presented higher production of green beans, green beans harvest period around 20 days, cooking time of 12 min and 13 min, bearing semi erect or semi climbing plants and easy opening pods and release of the grain in threshing, with great potential to be recommended as new cultivars for the region of the São Francisco Valley for grain green type.

Key-words: Genetic variability, Green Bean, Clustering analysis

Introdução

O feijão-caupi é cultivado principalmente para a produção de grãos secos. Uma outra importante forma de comercialização do feijão-caupi é o grão verde, para culinária de pratos típicos da região Nordeste, como acompanhante do 'bode assado' ou na confecção do 'baião-de-dois', devido ao menor tempo de cocção quando comparado com o grão seco. O feijão-verde corresponde às vagens em torno da maturidade, ou seja, um pouco antes ou um pouco depois do estágio em que param de acumular fotossintatos e iniciam o processo de desidratação natural, com grãos apresentando cerca de 50 a 60% de umidade (FREIRE FILHO *et al.*, 2005)

O feijão-caupi apresenta uma grande variabilidade genética para quase todas as características morfológicas e agronômicas, mas pouco é explorado (TEIXEIRA *et al.*, 2010). O conhecimento da existência de variabilidade fenotípica em um germoplasma e o quanto dessa variabilidade se deve às diferenças genéticas é de fundamental importância em programas de melhoramento (CRUZ *et al.*, 2004).

A avaliação de genótipos auxilia na escolha de cultivares com base nas variáveis mais relevantes para o melhoramento da espécie (COELHO *et al.*, 2010). Andrade (2010) avaliando vinte acessos de feijão-caupi para grão-verde encontrou variabilidade genética para os caracteres número de dias para o início de floração (NDIF), número de dias para maturação da vagem verde (NDMVV), comprimento de vagens verdes (CVV), número de grãos por vagem verde (NGVV), peso de 100 grãos (P100G), produtividade de vagens verde (PVV), produtividade de grão verde (PGV), índice de grão verde (IGV) e tempo de cocção (TC).

Silva Filho *et al.* (2013), avaliando morfologicamente sementes de feijão-caupi, coletadas no Rio Grande do Norte, verificaram a existência de variabilidade indicando a possibilidade de seleção para os caracteres peso de 100 grãos, cor do tegumento, presença e cor do halo, padrão do auréolo, forma da semente, textura da semente, além de identificarem potenciais acessos a serem incorporados ao melhoramento. Lopes *et al.* (2006) encontraram variabilidade entre cultivares crioulas de feijão-caupi para número de dias para o florescimento, comprimento e número de nós do ramo principal e peso de 100 sementes. Estes trabalhos confirmam que a caracterização é essencial para se conhecer o material genético presente em cada região e as relações genéticas entre as características de interesse agrônomo (ANDRADE *et al.*, 2010)

De acordo com Cruz *et al.* (2004) a diversidade genética mede a distância dentro de cada espécie ou população, por meio de características morfológicas, agronômicas, bioquímicas, fisiológicas e moleculares. A importância para o melhoramento está no fato de que o cruzamento entre genitores divergentes produz progênies com alto efeito heterótico e maior variabilidade genética. Para a quantificação da divergência genética, têm sido utilizadas técnicas baseadas nos métodos de agrupamento, como UPGMA e de agrupamento do vizinho mais próximo pelo método de Tocher (RAO, 1952).

O objetivo do presente estudo foi estimar a variabilidade fenotípica entre acessos de feijão-caupi para colheita de grãos verdes, visando à seleção de acessos com caracteres de interesse agronômico para programas de melhoramento da região semiárida.

Material e Métodos

Foram avaliados 30 genótipos de feijão-caupi, sendo 14 linhagens da Embrapa Semiárido, seis cultivares comerciais e 10 variedades locais coletadas em propriedades de agricultores nos municípios de Juazeiro-BA e Petrolina-PE, (Tabela 1). Os experimentos foram conduzidos no segundo semestre de 2013, 2014 e 2015, nos campos experimentais de Bebedouro, Petrolina-PE, e de Mandacaru, Juazeiro-BA.

O delineamento adotado foi de blocos casualizados, com três repetições, em parcela com área total de 6m², com duas fileiras. O espaçamento adotado foi de 1,0 m x 0,1 m, correspondendo à densidade populacional de 100.000 plantas/ha⁻¹. Não foram realizadas adubações de qualquer tipo, adotando-se irrigação por micro aspersão. Foram realizadas capinas para eliminação de ervas daninhas e pulverizações eventuais com inseticidas para controle de pragas.

Foram avaliados os seguintes caracteres agronômicos: 1) produção de grãos verdes em kg/ha⁻¹ (PGV), 2) peso de grãos secos em kg/ha⁻¹ (PGS), 3) produção de vagens verdes em kg/ha⁻¹ (PVV), 4) número de vagem verde (NVV), 5) peso de cem grãos verdes (PCGV), 6) comprimento de vagem verde em cm (CVV), 7) número de grãos de vagem verde (NVV), 8) tempo de cocção no cozedor Matteson, em min, (COC) e 9) período de colheita de vagem verde em dias (PCVV).

Para os caracteres morfológicos foram avaliados: 1) Cor do grão verde (CG): 1= creme, 2= verde, e 3= roxo; 2) Cor da vagem verde (CV): 1= creme, 2= verde, e 3= roxo; 3) Porte da planta (POR): 1= ereto, 2= semiereto, 3= ramador, 4= prostrado; 4) Facilidade de abertura da vagem verde para debulha manual (FAVV): 1= muito difícil a abertura, 2=

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

difícil abertura, 3= fácil a abertura, 4= muito fácil a abertura; 5) Facilidade de soltura do grão da vagem verde na debulha manual (FSGV): 1= muito difícil à soltura, 2= difícil a soltura, 3= fácil a soltura, e 4= muito fácil a soltura; 6) Valor de cultivo (VC): 1= plantas sem características adequadas ao cultivo, 2= plantas com poucas características apropriadas ao cultivo, 3= planta com boa parte das características adequadas para o cultivo comercial, 4= planta com a maioria das características para o cultivo comercial, 5= planta com todas as características adequadas ao cultivo comercial, e 6= planta com excelentes características para o cultivo comercial; 7) Escurecimento do grão após a debulha (ESC) no período de zero horas, 24h e 48h: 1= claro, 2= escuro claro, 3= escuro médio, 4= escuro e 5= muito escuro.

Foram realizadas análises de variâncias individuais e para o conjunto de todas as variáveis analisadas, considerando a transformação $\sqrt{x+1}$ para as sete características avaliadas com notas e as médias foram comparadas pelo teste de Skott e Knott a 5% de probabilidade utilizando o programa computacional Genes (CRUZ, 2008). Foi efetuada a correção pelo método da covariância para o mesmo estande médio com produção de grãos verdes, peso de grão seco e produção de vagem verde.

Foram realizadas três análises de agrupamento com os genótipos de feijão-caupi avaliados: 1) agrupamento UPGMA (Método de Agrupamento não Ponderado com base na Média Aritmética), com apoio do programa computacional NTSYs (ROPHLF, 2000), considerando matriz do coeficiente de similaridade de Jaccard, com a categorização em cinco classes das nove variáveis quantitativas. Todas as variáveis foram interpretadas para presença (1) ou ausência (0) em cada classe; 2) Análise de agrupamento pelo método modificado de Tocher, com base no algoritmo de Gower, com apoio do software Genes (CRUZ, 2008); 3) análise de agrupamento 'k-means' com dados qualitativos transformados para $\sqrt{x+1}$, considerando a formação de três grupos, que correspondem às cultivares, linhagens e variedades de produtores da região. Essa última análise foi realizada com o procedimento "fastclus", que adota o método do "nearest centroide sorting", tendo como medida de dissimilaridade a distância euclidiana média (SAS, 1989).

RESULTADOS

Variabilidade fenotípica para características morfológicas e agronômicas

Foi observada ampla variabilidade ($P < 0,01$) pelo teste 'F' para todas as variáveis avaliadas (Tabelas 2 e 3). Os valores médios e os resultados da aplicação do teste de Scott-Knott são apresentados nas tabelas 2 e 3.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$), entre as médias para cor de grão e vagem. Observou-se que a cor predominante do grão foi creme. Os genótipos BRS Guariba, PC951016D01E, CPCR3F6L15, C1J, C2S, C3S e P303 apresentaram coloração roxa de vagem, enquanto PC951015D01E, P508, PJM22 e PL23 apresentaram coloração creme e os demais coloração verde (Tabela 2). Os genótipos coletados com produtores apresentaram porte ramador e prostrado, enquanto as linhagens e cultivares apresentaram porte semiereto e prostrado (Tabela 2).

Para facilidade de abertura e soltura dos grãos da vagem na debulha manual houve diferença significativa ($P < 0,05$), destacando os genótipos BRS Acauã, C3Q, PJJ21 e PD26 para maior facilidade de abertura e soltura dos grãos das vagens (Tabela 2). Todos os genótipos apresentaram valor de cultivo próximo do máximo para o cultivo comercial, com exceção do genótipo C3F, que apresentou planta com boa parte das características adequadas (Tabela 2). Houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos para escurecimento de grãos, onde os genótipos BRS Acauã e PJN29 apresentaram o menor escurecimento dos grãos no período de 48h após a debulha (Tabela 2).

A produção de grãos verdes variou de 931 kg/ha^{-1} a 2532 kg/ha^{-1} para os genótipos BRS Marataoã e P508, respectivamente (Tabela 3). No grupo das cultivares a BRS Guariba destacou-se com uma produção de 2029 kg/ha^{-1} , enquanto no grupo das linhagens as maiores produtividades foram estimadas para P508, PCCR3F6L15 e P303 (Tabela 3). A produção de vagens verdes variou de 1783 kg/ha^{-1} , para o genótipo PD26, a 4715 kg/ha^{-1} , para o genótipo P508 (Tabela 3). Os genótipos PC951015D01E, PC950409D02E, PCCR3FL15 e P508 apresentaram produção de vagem verde acima de 3700 kg/ha^{-1} . A produção de grãos secos variou de 557 kg/ha^{-1} a 1350 kg/ha^{-1} para os genótipos PLP30 e P508, respectivamente (Tabela 3). Os genótipos BRS Patativa, PCCR3F6L15 e PJM22 apresentaram produção de grãos secos superior a 1200 kg/ha^{-1} .

Não houve diferença significativa ($P < 0,05$) para peso de cem grãos verdes e número de grãos verde/vagem (Tabela 3). O tempo de cocção no cozedor Matteson variou de 10 min a 15,3 min para os genótipos PLP30, BRS Marataoã e C3Q, respectivamente (Tabela 3). Os genótipos PD26, BRS Pujante, BRS Rouxinol, C2M, PJM22 e PL23 apresentaram comprimento da vagem verde superior a 20 cm (Tabela 3). O período de colheita de vagens variou de 15,6 dias a 22,6 dias, com os genótipos BRS Acauã, PCCR3F6F15, C2M e C3F apresentando os maiores períodos para colheita de vagens verdes (Tabela 3).

Análises de agrupamento

Na análise pelo método de agrupamento de 'K-means' foram agrupados em um único 'cluster' (Tabela 4), cultivares, linhagens e variedades de produtores formando um grande grupo com 24 genótipos. O mesmo foi observado pela análise de agrupamento de 'Tocher', que agrupou 19 genótipos, incluindo cultivares, linhagens e variedades de produtores (Tabela 5). Todos os 19 genótipos do grupo 1 pelo método de 'Tocher' foram agrupados no grupo 2 do método 'k-means', enquanto as linhagens C3F e C3S, e genótipo PD26 foram consistentemente agrupados nos mesmos grupos pelos dois métodos empregados. Para os demais genótipos foram observadas inconsistências para os agrupamentos produzidos pelos dois métodos (Tabelas 4 e 5).

O valor co-fenético pelo método hierárquico UPGMA foi de 0,69 indicando limitações no dendrograma produzido (Fig. 1). O coeficiente de similaridade nesse dendrograma variou de 18 a 54%, refletindo a alta variabilidade entre os genótipos de feijão-caupi. No corte realizado na distância de 0,21 de similaridade observou-se a formação de sete grupos (Fig. 1). O grupo 1 foi formado pelos genótipos BRS Acauã, BRS Guariba, BRS Pujante e CPCR3F6L17. O grupo 2 foi formado exclusivamente pelo genótipo C3Q. O grupo 3 foi formado pelos genótipos C3F, PJM22, C3S, PD26 e PLP30. O grupo 4 foi formado pelos genótipos BRS Marataoã, P508, PCCR3F6L15 e C2M. Os grupos 6 e 7 foram formados pelos genótipos PJJ21 e PC25, respectivamente, enquanto os demais 14 genótipos foram agrupados no grupo 5. A cultivar BRS Patativa e a linhagem C2S apresentaram maior similaridade, 54%, enquanto o genótipo PC25 apresentou a maior divergência em relação aos genótipos avaliados, posicionando-se na base do dendrograma (Fig.1).

DISCUSSÃO

A plasticidade do feijão-caupi, ou adaptação a diferentes condições ambientais, a capacidade de fixação biológica de nitrogênio e o baixo custo de produção fazem uma espécie estratégica para produção de alimentos (FREIRE FILHO *et al.*, 2005), principalmente em regiões semiáridas, com possibilidade de usos diversos, como a crescente comercialização de grãos verdes.

Para o mercado de grãos verdes ou vagens verdes, os genótipos preferidos pelos agricultores são aqueles que apresentam, crescimento indeterminado e maturação não uniforme, o que permite várias colheitas durante a safra, além de alta produtividade. O consumidor prefere vagens roxas ou verdes, grãos brancos ou verdes, fácil cocção e bom sabor e odor. Além disso, o comerciante prefere genótipos que sejam fáceis de debulhar e que apresentem boa conservação pós-colheita (ROCHA *et al.*, 2006). Para Ramos (2011), nem sempre a cultivar mais produtiva em termos de vagens verdes é a mais produtiva em termos de grãos verdes e grãos secos, sendo que a não correspondência entre o peso de vagens verdes e o peso de grãos verdes decorre do fato da relação peso grão/peso casca, variar de genótipo para genótipo.

A média geral para porte de planta no presente trabalho foi de 1,90, sendo próximo ao valor encontrado por Rocha *et al.* (2006) em outro estudo com feijão-verde, que obteve estimativa de 1,93. Enquanto que para valor de cultivo a média geral foi de 2,18, esta superior à média encontrada por Andrade (2010) que encontrou média de 1,89 em outro estudo com feijão-verde.

Os resultados obtidos para comprimento de vagem 20,1 cm corroboram com os observados por Andrade (2010) que observou média para comprimento de vagens de 19,63 cm.

A média geral para peso de cem grãos foi de 45,4 sendo acima do peso exigido pelo mercado de feijão-verde, que é de 30 g. Essa média foi superior à obtida por Rocha *et al.* (2006), Andrade (2010) e Silva *et al.* (2012), que obtiveram médias, respectivamente, de 36, 37 e 35 g.

Segundo Rocha *et al.* (2007) para a produção de feijão verde, deve-se enfatizar ainda uma planta que floresça e produza frutos durante um longo período, vagens atrativas e bem granadas, e relação peso grão verde, vagem verde superior a 60% do peso e grãos

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi com capacidade de preservar um bom aspecto pós-colheita e pós debulha, pois grãos que escurecem rápido não são bem aceitos no mercado.

Apesar da alternativa de comercialização de grãos verdes, não existem cultivares indicadas para esse fim, bem como são escassos os trabalhos de avaliação de acessos para implementação de programa de melhoramento para esse objetivo. No presente trabalho foi observada grande variabilidade fenotípica para os caracteres avaliados nos 30 genótipos de feijão-caupi, indicando a possibilidade do uso em programa de melhoramento que considere a colheita verde de grãos.

Os genótipos P508 e PCCR3F6L15 destacaram-se por apresentar maiores produções de grãos verdes, período de colheita de vagens em torno de 20 dias, tempo de cocção de 12 min e 13 min, respectivamente, porte de semiereto a prostrado e fácil abertura das vagens e soltura dos grãos na debulha manual. Esses dois genótipos apresentaram, contudo, grãos escuros 48 h após a debulha das vagens, que é uma característica indesejada para comercialização de grãos verdes.

O genótipo BRS Acauã apresentou grãos escuros claro após 48h da debulha, produtividade de grãos verde próximo de 2000 kg/ha^{-1} e período de colheita superior a 22 dias, além de ter sido agrupado em diferentes grupos, nas diferentes análises de agrupamentos do presente estudo.

A distância proposta por Gower foi também utilizada por Rocha *et al.*, (2010) para estudar em conjunto variáveis qualitativas e quantitativas em tomateiro do grupo cereja. Com o estudo foi possível detectar a discriminação dos grupos, demonstrando que a análise simultânea de dados quantitativos e qualitativos é viável e pode permitir maior eficiência no conhecimento da divergência entre acessos de bancos de germoplasma.

Os genótipos P508 e PCCR3F6L15 podem ser recomendados para produção de grãos verdes, bem como expandir a recomendação da BRS Acauã para essa finalidade, considerando que apresentaram alta produtividade para grão tipo verde, tempo de cocção em torno de 12 min, porte de semiereto a prostrado e fácil abertura das vagens e soltura dos grãos na debulha e maior tempo de colheita de vagem verde.

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

REFERÊNCIAS

- ANDRADE FN (2010). **Avaliação e seleção de linhagens de tegumento e cotilédone para o mercado de feijão-caupi verde**. 109f . Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Piauí.
- ANDRADE FN, ROCHA MM, FERREIRA GOMES RL, FREIRE FILHO FR, RAMOS SRR (2010). Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi avaliados para feijão fresco. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.41, n.02, p.253-258.
- COELHO CMM, ZÍLIO M, SOUZA CA, GUIDOLIN AF, MIQUELLUTI DJ (2010). Características morfo-agronômicas de cultivares crioulas de feijão comum em dois anos de cultivo. **Ciências Agrárias**. Londrina, v.31, n.1, p.1117-1186.
- CONAB- **Companhia Nacional de Abastecimento** (2015). Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v.2, n.10- Safra 2014/15- Décimo levantamento.
- CRUZ C.D (2008). **Programa GENES: estatística experimental e matrizes**. Viçosa: Ed. UFV, 285p.
- CRUZ CD, REGAZZI AJ, CARNEIRO PCS (2004). **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, ed.2, 480p.
- FREIRE FILHO FR, RIBEIRO VQ, BARRETO PD, SANTOS AA dos. (2005). Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO FR, LIMA JAA, RIBEIRO VQ **Feijão caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: EMBRAPA, cap.1, p. 29–75.
- GOWER JC (1971). A general coeficiente of similrity and some of its properties. **Biometrics**, v. 27, n.4, p. 857-874.
- LOPES EML, FREIRE FILHO FR, GOMES RFL, MATOS FILHO CMA (2006). **Caracterização morfo-agronômica de cultivares locais de feijão-caupi do grupo canapu**. Teresina PI- Embrapa Meio Norte. 6p (Documentos 121).
- OLIVEIRA FJ, COSTA CN, RIBEIRO AMB (2003). Caracteres agrônômicos aplicados na seleção de cultivares de feijão-caupi. **Revista Ciência Agrônômica**, v.34, p.5-11.
- RAMOS HMM (2011). **Características produtivas, fisiológicas e econômicas do feijão-caupi para grãos verdes sob diferentes regimes hídricos**. 109f.: il. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- RAO RC (1952). *Advanced statistical methods in biometric research*. New York: J.Wiley, 1952. 330p.
- ROCHA M de M, FREIRE FILHO FR, RAMOS SRR, RIBEIRO VQ, ANDRADE FN, GOMES RLF (2006). **Avaliação agrônômica de genótipos de feijão-caupi para produção de grãos verdes**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 16p.

- AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi
- ROCHA M de M, SOARES M da C, FREIRE FILHO FR, RAMOS SRR, RIBEIRO VQ (2007). Avaliação preliminar de genótipos de feijão-caupi para feijão-verde. **Revista Científica Rural**, v. 12, n.1 p. 153-156.
- ROCHA MC, GONÇALVES LSA, RODRIGUES R, SILVA PRA, CARMO MGF, ABOUD ACS (2010) . Uso do algoritmo de Gower na determinação da divergência genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja. **Actascientiarum Agronomy** v.32, n.3, p. 423-431.
- ROPHLF FJ (2000). **NTSYs numerical taxonomy and multivariate analyses system**, version 2.1m. Setauk Software.
- SAS **SAS/STAT Users Guide** (1989). Version 6, Fourth Edition, Volume 1. Cary: SAS Institute Inc, 890p.
- SILVA FILHO AJR da, ANTÔNIO RP, SILVA PSL e, SILVEIRA LM da, ALBIQUERQUE LB (2013). Avaliação morfológica e agrônômica de sementes de acessos de caupi coletados no Rio Grande do Norte. **Agropecuária Científica no Semiárido**. Patos PB, v.9, n.4, p. 102-106.
- SILVA RLA, RODRIGUES EV, SILVA VB, GOMES RLF, ROCHA MM (2012). Avaliação agrônômica de genótipos de feijão-caupi para feijão verde. In: Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, Belém. **Anais**. Brasília
- TEIXEIRA IR, SILVA GC, OLIVEIRA JPR, SILVA AG, PELÁ A (2010). Desempenho agrônômico e qualidade de semente de cultivares de feijão-caupi na região do Cerrado. **Revista Ciência Agrônômica**. V.41, p.300-307
- VASCONCELOS IM, MAIA FMM, FARIAS DF, CAMPELLO CC, CARVALHO AFO, MOREIRA RA, OLIVEIRA JTA de (2010). Protein fractions, amino acid composition and antinutritional constituents of high-yielding cowpea cultivars. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.23, n.1, p. 54-60.

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

Tabela 1. Relação e origem dos genótipos de feijão-caupi avaliados para colheita verde do grão.

Tratamentos	Genótipos	Origem
1	BRS Acauã	Embrapa Semiárido
2	BRS Guariba	Embrapa Semiárido
3	BRS Marataoã	Embrapa Semiárido
4	BRS Patativa	Embrapa Semiárido
5	BRS Pujante	Embrapa Semiárido
6	BRS Rouxinol	Embrapa Semiárido
7	Linhagem PC951015D01E	Embrapa Semiárido
8	Linhagem PC950409D02E	Embrapa Semiárido
9	Linhagem PC951016D01E	Embrapa Semiárido
10	Linhagem CPCR3F6L15	Embrapa Semiárido
11	Linhagem CPCR3F6L17	Embrapa Semiárido
12	Linhagem C1J	Embrapa Semiárido
13	Linhagem C2M	Embrapa Semiárido
14	Linhagem C2S	Embrapa Semiárido
15	Linhagem C3F	Embrapa Semiárido
16	Linhagem C3Q	Embrapa Semiárido
17	Linhagem C3S	Embrapa Semiárido
18	Linhagem P290	Embrapa Semiárido
19	Linhagem P303	Embrapa Semiárido
20	Linhagem P508	Embrapa Semiárido
21	PJJ21	Nilo Coelho N8 - Petrolina, PE
22	PJM22	Nilo Coelho - Petrolina, PE
23	PL23	Mandacaru - Juazeiro, BA
24	PAG24	Maniçoba - Juazeiro, BA
25	PC25	Nilo Coelho N9 - Petrolina, PE
26	PD26	Maniçoba - Juazeiro, BA
27	PJ27	Maniçoba - Juazeiro, BA
28	PJJ28	Nilo Coelho N8 - Petrolina, PE
29	PJN29	Nilo Coelho - Petrolina, PE
30	PLP30	Mandacaru - Juazeiro, BA

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

Tabela 2. Quadrados médios, coeficiente de variação e média para 30 genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) avaliados para nove descritores morfológicos relacionados à colheita verde dos grãos. Petrolina-PE, 2016.

Acesso	CG	CV	POR	FAVV	FSGV	VC	ESC 0h	ESC 24h	ESC 48h
BRS Acauã	1,2 ^d	2,4 ^c	2,5 ^d	3,1 ^a	3,3 ^a	3,5 ^d	1,0 ^a	1,6 ^f	2,4 ^e
BRS Guariba	1,4 ^c	2,9 ^a	2,7 ^c	2,7 ^c	2,6 ^c	3,8 ^c	1,0 ^c	2,1 ^e	2,7 ^d
BRS Marataoã	1,2 ^d	2,2 ^c	2,3 ^e	2,7 ^c	2,9 ^b	3,8 ^c	1,0 ^c	1,7 ^f	2,8 ^d
BRS Patativa	1,4 ^c	1,9 ^d	3,2 ^a	2,6 ^c	2,6 ^c	4,0 ^b	1,0 ^c	2,5 ^d	3,3 ^c
BRS Pujante	1,0 ^d	1,7 ^e	3,0 ^b	2,9 ^b	2,9 ^b	3,5 ^d	1,0 ^c	2,1 ^e	2,9 ^d
BRS Rouxinol	1,1 ^d	1,7 ^e	2,5 ^d	2,6 ^c	2,6 ^c	3,8 ^c	1,0 ^c	2,6 ^c	3,2 ^c
PC951015D01E	1,1 ^d	1,2 ^f	2,7 ^c	2,5 ^c	2,4 ^c	4,0 ^b	1,0 ^c	1,7 ^e	2,8 ^d
PC950409D02E	1,5 ^b	1,9 ^d	2,8 ^c	2,6 ^c	2,4 ^c	3,7 ^c	1,0 ^c	3,2 ^b	3,9 ^b
PC951016D01E	1,1 ^d	2,8 ^a	3,0 ^b	2,6 ^c	2,6 ^c	4,0 ^b	1,0 ^c	2,6 ^c	3,4 ^c
PCCR3F6L15	1,1 ^d	1,7 ^e	2,0 ^f	2,6 ^c	2,8 ^b	4,2 ^a	1,0 ^c	2,1 ^e	3,2 ^c
CPCR3F6L17	1,1 ^d	3,0 ^a	3,0 ^b	2,9 ^b	2,7 ^c	3,5 ^d	1,0 ^c	2,2 ^e	3,1 ^b
C1J	1,2 ^d	3,0 ^a	3,0 ^b	2,6 ^b	2,6 ^c	4,0 ^b	1,1 ^b	2,8 ^c	3,7 ^b
C2M	1,6 ^b	1,8 ^e	2,7 ^c	2,4 ^c	2,7 ^c	3,7 ^c	1,0 ^c	2,0 ^e	3,2 ^c
C2S	1,2 ^d	2,8 ^e	3,0 ^b	2,7 ^c	2,7 ^c	3,8 ^c	1,0 ^c	2,5 ^d	3,2 ^c
C3F	1,1 ^d	1,7 ^a	2,5 ^d	2,9 ^b	2,9 ^b	3,3 ^e	1,6 ^a	3,7 ^a	4,3 ^a
C3Q	1,4 ^c	1,8 ^e	2,5 ^d	3,3 ^a	3,3 ^a	3,5 ^d	1,2 ^b	2,2 ^e	2,9 ^d
C3S	1,1 ^d	2,7 ^e	2,8 ^c	2,7 ^c	2,5 ^c	3,3 ^e	1,1 ^b	3,6 ^a	4,3 ^a
P290	1,0 ^d	1,9 ^d	3,0 ^b	2,6 ^c	2,7 ^c	3,7 ^c	1,1 ^b	2,6 ^c	3,9 ^b
P303	1,0 ^d	2,8 ^a	3,0 ^b	2,5 ^c	2,5 ^c	4,0 ^b	1,1 ^b	2,7 ^c	3,6 ^b
P508	1,2 ^d	1,3 ^f	2,8 ^c	2,8 ^b	2,9 ^b	3,7 ^c	1,0 ^c	2,4 ^d	3,2 ^c
PJJ21	1,3 ^c	2,6 ^b	3,2 ^a	3,3 ^a	3,1 ^a	4,0 ^b	1,1 ^b	2,8 ^c	3,6 ^b
PJM22	1,2 ^d	1,3 ^f	2,7 ^c	2,8 ^b	2,7 ^c	3,8 ^c	1,0 ^c	3,3 ^b	4,3 ^a
PL23	1,4 ^c	1,3 ^f	3,3 ^a	2,3 ^c	2,4 ^c	3,7 ^c	1,0 ^c	2,7 ^c	3,2 ^c
PAG24	1,2 ^d	1,6 ^e	2,8 ^c	2,4 ^c	2,6 ^c	3,8 ^c	1,0 ^c	2,3 ^d	3,4 ^c
PC25	2,7 ^a	2,3 ^c	2,5 ^d	2,4 ^c	3,1 ^a	4,0 ^b	1,0 ^c	2,8 ^c	3,8 ^b
PD26	1,1 ^d	1,7 ^e	3,0 ^b	3,1 ^a	2,9 ^b	3,8 ^c	1,0 ^c	3,6 ^a	4,1 ^a
PJ27	1,3 ^c	1,8 ^e	2,3 ^e	2,5 ^c	2,6 ^c	3,8 ^c	1,0 ^c	2,6 ^c	3,4 ^c
PJJ28	1,1 ^d	2,1 ^d	3,0 ^b	2,4 ^c	2,4 ^c	3,8 ^c	1,0 ^c	2,4 ^d	3,4 ^c
PJN29	1,3 ^c	2,4 ^c	2,2 ^e	2,6 ^c	2,6 ^c	3,8 ^c	1,0 ^c	1,5 ^f	1,9 ^f
PLP30	1,6 ^b	2,9 ^a	3,2 ^a	2,9 ^b	2,9 ^b	3,8 ^c	1,0 ^c	3,0 ^c	3,7 ^b
QMTreat	0,15 ^{**}	0,47 ^{**}	0,04 ^{**}	0,08 ^{**}	0,07 ^{**}	0,01 [*]	0,01 ^{**}	0,42 ^{**}	0,37 ^{**}
CV (%)	8,5	8,5	6,3	9,8	11,1	4,4	5,2	11,6	9,7
Média	1,5	1,74	1,9	1,8	1,9	2,18	1,4	1,8	2,05

**e*, significativo a 1%, 5% e ^{NS} não significativo respectivamente, pelo teste F. Dados transformados para $\sqrt{x+1}$. Tratamentos seguidos pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. CG= cor do grão; CV= cor da vagem; POR= porte da planta; FAVV= facilidade de abertura da vagem verde; FSGV= facilidade de soltura do grão da vagem verde; VC= valor de cultivo; ECS0h= escurecimento do grão em zero horas; ESC24h= escurecimento do grão em vinte e quatro horas e ESC48h= escurecimento do grão em quarenta e oito horas.

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

Tabela 3. Quadrados médios dos tratamentos, coeficiente de variação e média para 30 genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) avaliados para nove variáveis agrônomicas relacionados com a colheita verde dos grãos. Petrolina-PE, 2016.

Acesso	PGV	PVV	PGS	NVV	PCGV	COC	CMV	NGVV	PCVV
BRS Acauã	1986 ^c	3388 ^b	1209 ^a	269,5 ^a	45,4 ^a	11,6 ^a	18,5 ^a	10,4 ^a	22,6 ^a
BRS Guariba	2029 ^c	3516 ^b	1082 ^b	205,7 ^a	44,6 ^a	11,1 ^a	18,7 ^a	12,9 ^a	15,6 ^a
BRS Marataoã	932 ^f	2748 ^c	770 ^d	243,8 ^a	40,9 ^a	15,3 ^a	19,0 ^a	13,7 ^a	17,4 ^a
BRS Patativa	1616 ^e	2641 ^c	1228 ^a	193,4 ^a	44,2 ^a	11,9 ^a	17,3 ^a	12,4 ^a	19,6 ^a
BRS Pujante	1776 ^d	3343 ^b	1045 ^b	182,1 ^a	47,3 ^a	11,4 ^a	20,6 ^a	10,2 ^a	15,9 ^a
BRS Rouxinol	1248 ^f	2376 ^d	1117 ^b	295,2 ^a	38,7 ^a	12,3 ^a	20,8 ^a	13,3 ^a	18,6 ^a
PC951015D01E	2165 ^b	4128 ^a	1145 ^b	199,8 ^a	44,6 ^a	11,8 ^a	18,2 ^a	11,8 ^a	19,6 ^a
PC950409D02E	2177 ^b	4019 ^a	1051 ^b	165,6 ^a	51,4 ^a	13,9 ^a	18,6 ^a	11,9 ^a	17,6 ^a
PC951016D01E	1340 ^f	2565 ^c	686 ^d	154,1 ^a	44,2 ^a	12,5 ^a	17,9 ^a	13,2 ^a	15,8 ^a
PCCR3F6L15	2400 ^a	4386 ^a	1261 ^a	242,9 ^a	49,3 ^a	13,0 ^a	18,7 ^a	10,6 ^a	21,5 ^a
CPCR3F6L17	2149 ^b	3850 ^a	1140 ^b	186,3 ^a	46,0 ^a	12,0 ^a	19,0 ^a	13,5 ^a	18,4 ^a
C1J	1749 ^d	4167 ^a	751 ^d	169,8 ^a	41,5 ^a	11,7 ^a	18,4 ^a	12,7 ^a	19,3 ^a
C2M	1716 ^d	4544 ^a	871 ^c	306,9 ^a	50,0 ^a	14,2 ^a	20,0 ^a	10,8 ^a	21,6 ^a
C2S	1761 ^d	3101 ^c	901 ^c	237,0 ^a	44,1 ^a	12,3 ^a	18,9 ^a	12,7 ^a	19,4 ^a
C3F	1214 ^f	2909 ^c	895 ^c	232,7 ^a	48,1 ^a	11,0 ^a	19,3 ^a	11,6 ^a	21,1 ^a
C3Q	1478 ^e	2990 ^c	1012 ^b	240,2 ^a	43,6 ^a	15,3 ^a	15,9 ^a	10,1 ^a	17,2 ^a
C3S	1587 ^e	3725 ^b	903 ^c	313,4 ^a	42,0 ^a	13,2 ^a	19,7 ^a	10,5 ^a	19,0 ^a
P290	2141 ^b	4294 ^a	1148 ^b	235,7 ^a	44,3 ^a	12,5 ^a	19,0 ^a	10,9 ^a	15,5 ^a
P303	2282 ^b	3976 ^a	1089 ^b	215,1 ^a	51,8 ^a	12,0 ^a	18,6 ^a	12,9 ^a	17,0 ^a
P508	2532 ^a	4716 ^a	1351 ^a	253,9 ^a	40,1 ^a	12,0 ^a	17,1 ^a	11,5 ^a	19,5 ^a
PJJ21	1291 ^f	2588 ^c	957 ^c	178,1 ^a	47,3 ^a	12,5 ^a	18,1 ^a	11,6 ^a	16,8 ^a
PJM22	1981 ^c	3593 ^b	1263 ^a	229,3 ^a	45,4 ^a	14,2 ^a	20,0 ^a	11,2 ^a	20,0 ^a
PL23	1301 ^f	2163 ^d	949 ^c	211,5 ^a	44,0 ^a	12,6 ^a	20,8 ^a	13,3 ^a	19,8 ^a
PAG24	1543 ^e	2677 ^c	979 ^c	205,9 ^a	49,2 ^a	11,5 ^a	18,9 ^a	12,7 ^a	19,8 ^a
PC25	1123 ^f	1942 ^d	777 ^d	237,8 ^a	41,8 ^a	12,0 ^a	17,7 ^a	10,1 ^a	20,6 ^a
PD26	1089 ^f	1783 ^d	950 ^c	227,1 ^a	45,9 ^a	10,9 ^a	21,0 ^a	12,8 ^a	18,8 ^a
PJ27	1698 ^d	3115 ^c	976 ^c	238,5 ^a	45,0 ^a	11,3 ^a	19,7 ^a	11,3 ^a	16,6 ^a
PJJ28	1918 ^c	3452 ^b	881 ^c	154,3 ^a	46,7 ^a	14,4 ^a	17,0 ^a	12,5 ^a	16,2 ^a
PJN29	1741 ^d	2895 ^c	1137 ^b	274,6 ^a	47,8 ^a	14,9 ^a	18,9 ^a	12,1 ^a	18,3 ^a
PLP30	1234 ^f	2412 ^d	557 ^d	144,4 ^a	45,8 ^a	10,6 ^a	18,9 ^a	13,3 ^a	18,7 ^a
QMTra	2682 ^{**}	982870 ^{**}	421011 ^{**}	35354 ^{**}	61,1 [*]	16 ^{**}	25 ^{**}	23 ^{**}	55 ^{**}
CV	32	35	35	41	14	17	11	18	29
Media	1706	3266	1002	222	45,4	12,6	18,8	12,0	18,6

**e*significativo a 1%, 5%e ^{NS} não significativo, respectivamente, pelo teste F. Tratamentos seguidos pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade PGV= produtividade de grão verde (kg/h⁻¹); PVV= produtividade de vagem verde (kg/h⁻¹); PGS= produtividade de grão seco (kg/h⁻¹); NVV= número de vagem verde; PCGV= peso de cem grãos verde; COC= cocção; CMV= comprimento vagem verde; NVV= número de grãos por vagem verde e PCVV= período de colheita de vagens verde.

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

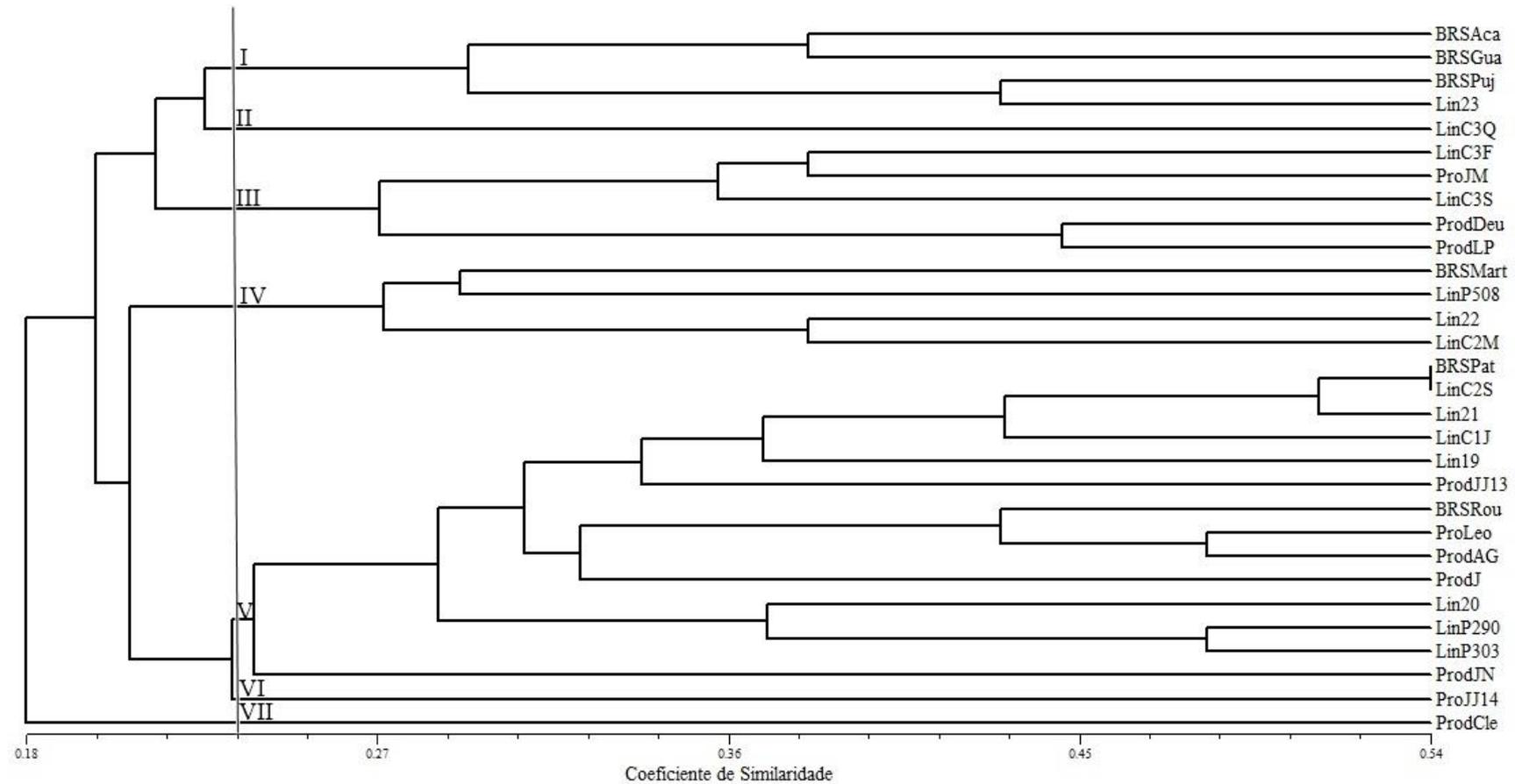


Figura 1- Dendrograma UPGMA obtido a partir de 17 caracteres avaliados em 30 genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Valor co-fenético=0,69.

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

Tabela 4. Número e identificação de 30 genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) analisados para oito variáveis qualitativas e nove agrônômicas, distribuídos em três grupos segundo o método de agrupamento 'K-means'. Petrolina-PE, 2016.

Grupo	Número de genótipos	Genótipos
Grupo 1	3	Linhagem C3F, Linhagem C3S, PD26
Grupo 2	24	BRS Guariba, BRS Marataoã, BRS Patativa, BRS Pujante, BRS Rouxinol, Linhagem PC951015D01E, Linhagem PC950409D02E, Linhagem PC951016D01E, Linhagem PCCR3F6L15, Linhagem PCCR3F6L17, Linhagem C1J, Linhagem C2M, Linhagem C2S, Linhagem P-290, Linhagem P-303, Linhagem P-508, PJJ21, PJM22, PL23, PAG24, PJ27, PJJ28, , PJN29, PLP30
Grupo 3	3	BRS Acauã, PC25, Linhagem C3Q

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

Tabela 5. Número e identificação de 30 genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) analisados para oito variáveis qualitativas e nove agronômicas, distribuídos em seis grupos segundo o método de agrupamento Tocher com base no algoritmo Gower. Petrolina-PE, 2016.

Grupo	Número de genótipos	de Genótipos
Grupo 1	19	Linhagem PC951015D01E, Linhagem C1J, Linhagem C2S, PJJ28, BRS Guariba, Linhagem CPCR3F6L17, Linhagem P-303, PAG24, BRS Patativa, PJ27, Linhagem PC951015D01E, Linhagem P-290, Linhagem PC950409D02E, PL23, PJM22, BRS Pujante, BRS Rouxinol, PJN29, PLP30
Grupo 2	3	Linhagem C3F, Linhagem C3S, PD26
Grupo 3	3	Linhagem PCCR3F6L15, Linhagem C2M, BRS Acauã
Grupo 4	2	Linhagem C3Q, PJJ21
Grupo 5	2	BRS Marataoã, Linhagem P-508
Grupo 6	1	PC25

CAPITULO III

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS VERDES EM GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unquiculata* (L.) Walp)

Adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi estimar parâmetros de adaptabilidade e estabilidade em acessos de feijão-caupi para produção de grãos verdes, de forma a permitir a recomendação de cultivares para a região do vale do São Francisco. Foram avaliados 30 genótipos de feijão-caupi, sendo quatorze linhagens da Embrapa Semiárido, seis cultivares comerciais e dez variedades de agricultores do município de Juazeiro-BA e Petrolina-PE. Os experimentos foram conduzidos no segundo semestre, nos anos de 2013, 2014 e 2015. Para análise de adaptabilidade e estabilidade foram utilizadas as metodologias de Eberhart e Russell, Lin e Binns e o método multiplicativo, baseado em componentes principais (AMMI). Foi observada diferença significativa para os quadrados médios dos tratamentos em todos os ambientes, bem como na análise de variância conjunta ($P < 0,01$) para os efeitos de ambientes, genótipos e interação genótipos*ambientes. As linhagens P290, P303, P508 e PC950409D02E apresentaram produção de grãos verdes superior a 2141 kg ha^{-1} , estabilidade ampla e boa previsibilidade na série de ambientes avaliados, tendo grande potencial para serem recomendadas como novas cultivares para a região do Vale do São Francisco para produção de grão verde de feijão-caupi.

Palavras-chave: Interação genótipo x ambiente. Semiárido. AMMI.

Abstract

The aim of this study was to estimate adaptability and stability parameters in cowpea accessions to the production of green beans, to enable the recommendation of cultivars to the São Francisco river valley. Thirty cowpea genotypes, including fourteen lines of Embrapa Semiárido, six commercial cultivars and ten landraces from farmers in the municipality of Juazeiro-BA and Petrolina-PE. The experiments were conducted in the second semester, in the years 2013, 2014 and 2015. For analysis of adaptability and stability, were used the methods of Eberhart and Russell, Lin and Binns and the multiplicative method based on main components (AMMI). Significant difference was observed for the mean squares of treatments in all environments and also to the pooled data analysis ($p < 0.01$) to environments, genotypes and genotype*environment interaction.

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

The P290 lines, P303, P508 and PC950409D02E showed green grain production higher than 2141 kg ha⁻¹, wide stability and good predictability in this series of environments, with great potential to be recommended as new cultivars for region of the São Francisco Valley for the production of green beans of cowpea.

Key-word: Genotype x environment interaction. Semiarid region. AMMI.

INTRODUÇÃO

A produção de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) no Brasil concentra-se nas regiões Nordeste e Norte, e tem se expandindo para outras regiões, alcançando novos mercados (FREIRE FILHO *et al.*, 2011). O feijão-caupi destaca-se por sua importância socioeconômica, constituindo-se em um dos principais componentes da dieta alimentar na zona urbana nessas duas regiões e, especialmente, para as populações rurais, gerando emprego e renda (FREIRE FILHO *et al.*, 2005). Devido a sua variabilidade genética, ampla capacidade de adaptação, alto potencial produtivo e excelente valor nutritivo, o feijão-caupi é considerado uma espécie de grande valor atual (SANTOS, 2013).

Apesar de ser tradicionalmente cultivado e comercializado como grão seco, a comercialização de grão verde de feijão-caupi ganha destaque em algumas regiões do Nordeste, porque apresenta algumas vantagens em relação ao grão seco, como o menor tempo para cocção (ANDRADE *et al.*, 2010). O feijão-verde corresponde às vagens em torno da maturidade, com grãos apresentando cerca de 50 a 60% de umidade (FREIRE FILHO *et al.*, 2005). ROCHA *et al.* (2006) reportaram produtividade 826 a 2.975 kg/ha para produção de vagens verdes e de 519 a 2.818 kg ha⁻¹ para produção de grãos verdes na avaliação de 14 acessos em condições irrigadas.

Embora considerada uma cultura com ampla adaptação aos mais diversos ambientes, Leite *et al.* (2009) ressaltam que o feijão-caupi ainda apresenta baixa produtividade de grão seco, em torno de 300 kg ha⁻¹, na região Nordeste. De acordo com Silva *et al.* (2010) as adversidades climáticas, utilização de pouca tecnologia agrícola e o plantio de sementes não melhoradas são as principais causas do baixo rendimento no semiárido. As condições de cultivo praticadas em áreas produtoras de feijão-caupi fazem com que o desempenho dos genótipos não seja similar nos diversos ambientes aos quais são submetidos (CARVALHO *et al.*, 2013).

Entre os principais objetivos do melhoramento genético do feijão-caupi no Brasil, Rocha *et al.* (2013) ressaltam o aumento da produtividade e alta adaptabilidade e

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi estabilidade aos diferentes ambientes de cultivo. De acordo com Santos (2008), o programa de melhoramento de feijão-caupi da Embrapa Semiárido considera o desenvolvimento de cultivares específicas para a região do Vale do São Francisco, tanto para área dependente de chuva como para área irrigada, pois a recomendação de cultivares desenvolvidas em outras regiões não é a melhor opção do ponto de vista agrônomo. Esse comportamento diferenciado é devido à interação genótipo x ambiente, sendo este um fator que dificulta a seleção de genótipos mais adaptados (CRUZ *et al.*, 2012).

Diversos estudos têm identificado genótipos com ampla adaptabilidade e estabilidade para produção de grão seco (BARROS *et al.*, 2013; NUNES *et al.*, 2014; SILVA *et al.* 2016). Os métodos de avaliação da adaptabilidade e estabilidade mais utilizados têm sido o de Eberhart e Russell (1966), Lin e Binns (1988) e o modelo de efeitos aditivos principais e interação multiplicativa (AMMI). No entanto, estudos com esta finalidade envolvendo o cultivo de feijão-caupi para a produção de grão verde são raros (ROCHA *et al.*, 2012). Até então a produção de grão e vagem verde é realizada de forma independente pelos agricultores de determinada região, sem estudos que indiquem qual a melhor cultivar para essa atividade, levando em consideração as preferências regionais.

O objetivo do presente trabalho foi estimar parâmetros de adaptabilidade e estabilidade em acessos de feijão-caupi para produção de grão verde, de forma a permitir a recomendação de cultivares para a região do Vale do São Francisco.

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal

Foram avaliados 30 genótipos de feijão-caupi, sendo 14 linhagens da Embrapa Semiárido, seis cultivares comerciais e 10 variedades de agricultores do município de Juazeiro–BA e Petrolina-PE, (Tabela 1). Os experimentos foram conduzidos no segundo semestre, nos anos de 2013, 2014 e 2015, nos campos experimentais de Bebedouro, Petrolina-PE, e de Mandacaru, Juazeiro-BA, totalizando seis ambientes. O delineamento adotado foi de blocos casualizados, com três repetições, em parcela com área total de 6m², com duas fileiras. O espaçamento adotado foi de 1,0 m x 0,1 m, correspondendo à densidade populacional de 100.000 plantas ha⁻¹. Não foram realizadas adubações de qualquer tipo, adotando-se irrigação por micro aspersão. Foram realizadas capinas para eliminação de ervas daninhas e pulverizações eventuais com inseticidas para controle de pragas.

Análise estatística

Para análise de adaptabilidade e estabilidade foram utilizadas as metodologias de Eberhart e Russell (1966) e Lin e Binns (1998) por meio do programa computacional Genes (CRUZ, 2006), e o método multiplicativos baseados em componentes principais (AMMI) utilizando programa SAS (1989), como descrito por Duarte e Vencovsky (1999).

O método Eberhart e Russell (1966) é baseado na análise de regressão linear, fornecendo estimativa referente à estabilidade, bem como à adaptabilidade, ou seja, tanto os coeficientes de regressão dos valores fenotípicos de cada genótipo em relação ao índice ambiental, quanto os desvios da regressão proporcionam estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, respectivamente (CRUZ *et al.*, 2006). Os genótipos com índice $\beta_i=1$ têm adaptabilidade ampla, sendo que desvios da regressão igual a zero ($\sigma_{di}^2=0$) indicam boa estabilidade. No método de Lin e Binns (1988), baseado em análise não-paramétrica, o P_i define a estabilidade de um genótipo, sendo definido como o quadrado médio da distância entre a média de um genótipo e a resposta média máxima para todos os locais, de modo que, genótipos com menores valores correspondem aos de melhor desempenho.

A metodologia AMMI, combina em um único modelo, componentes aditivos para os efeitos principais dos genótipos (g_i) e ambiente (a_j) e componentes multiplicativos para efeitos principais de interação $G \times E$ (g_{ij}) (DUARTE & VENCOVSKY 1999). Esta análise ajuda a identificar genótipos de alta produtividade e amplamente adaptados, como na localização de zoneamento agrônômico, com fins de recomendação e seleção de locais de teste (GAUCH & ZOBEL 1996).

RESULTADOS

Avaliação dos ambientes para produção de grão verde, vagem verde e grão seco em linhagens de feijão-caupi

Foi observada diferença significativa para os quadrados médios dos tratamentos em todos os ambientes para as três variáveis analisadas. A produtividade média de grãos verdes por ambiente variou de 766 kg há⁻¹ a 2705 kg há⁻¹, destacando-se os ambientes MAND13 e BEB13, por terem apresentado as maiores médias (Tabela 2). A produtividade de vagens verdes por ambiente variou de 1150 kg há⁻¹ a 4866 kg há⁻¹, destacando-se os ambientes MAND13 e BEB13 (Tabela 2). A produtividade média de grãos secos por

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi ambiente variou de 625 kg ha⁻¹ a 1716 kg ha⁻¹, sendo os ambientes MAND13 e BEB13 mais produtivos (Tabela 2).

As relações entre os maiores e menores quadrados dos resíduos observados foram inferiores ou próximo a sete para todas as variáveis, o que segundo Cruz e Regazzi (1997) são condições necessárias para a análise conjunta de experimentos, indicando homogeneidade das variâncias residuais.

Na análise de variância conjunta observou-se diferença estatística significativa pelo teste F ($p < 0,01$) para os efeitos de ambientes (A), genótipos (G) e interação G x A para as três variáveis (Tabela 3). Isso indica que genótipos e ambientes apresentaram variabilidade, e que os genótipos apresentaram comportamento diferente para produção de grão verde, vagem verde e grão seco nos diferentes ambientes avaliados. A significância da interação genótipos x ambientes justifica a necessidade de realizar estudo para identificar os genótipos de maior adaptabilidade e estabilidade.

Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes, vagens verdes e grãos secos em genótipos de feijão-caupi

A produtividade média de grão verde para os genótipos, nos seis ambientes, variou de 932 kg ha⁻¹, no cultivar BRS Marataoã, a 2532 kg/ha, na linhagem P-508, com média geral de 1706 kg ha⁻¹ (Tabela 4). Apenas seis genótipos apresentaram produção acima de 2000 kg ha⁻¹, (BRS Guariba, P290, P303, PC951015D01E, PC950409D02E e CPC3F6L17. Estes genótipos também apresentaram os maiores valores para produção de vagens verdes, que variou entre 3515 a 4294 kg ha⁻¹, e produção de grãos secos superior à média geral (1002 kg ha⁻¹).

Entre as cultivares, a BRS Guariba, BRS Acauã e BRS Pujante foram as mais produtivas para as três variáveis avaliadas (Tabela 4). Quanto aos genótipos dos produtores, apenas três apresentaram produção acima da média geral para produção de grãos verdes e vagens verdes, sendo que para produção de grãos secos, dois apresentaram médias superiores à média geral. Isso pode ser explicado devido ao fato de que os produtores realizam o cultivo do feijão-caupi seco, sem seleção para a produção de grãos verdes.

Na análise de adaptabilidade e estabilidade, o método Eberhart e Russell destacou os genótipos BRS Guariba, P-290 e PC950409D02E com alta produtividade, ampla adaptabilidade e estabilidade. As análises com o método Lin e Binns destacaram o genótipo P-508 (1) com alta produção de grãos e boa estabilidade (Tabela 4). Para

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

produção de vagens verdes, apenas os genótipos PC951015D01E, PC950409D02E, CPCR3F6L15, PJM22 e a cultivar BRS Acauã foram destacadas pelo método Eberhart e Russell, com boa produção, ampla adaptabilidade e estabilidade. Já pelo método Lin e Binns, os genótipos P-508 (1), CPCR3F6L15 (2) apresentaram os menores valores de Pi para produção de vagens verdes, sendo consideradas as mais estáveis (Tabela 4).

Para produção de grãos secos, utilizando o método de Eberhart e Russell, os genótipos BRS Rouxinol, BRS Guariba, BRS Pujante e BRS Patativa, PC951015D01E, C1J, C2M, C3F, PL23 e PC25 apresentaram ampla adaptabilidade e estabilidade. Enquanto pelas análises de Linn e Binns, os genótipos BRS Acauã, Patativa, P508 e CPCR3F6L15 foram as mais estáveis (Tabela 4).

Utilizando o método multivariado AMMI, a interação genótipo \times ambiente, a decomposição foi realizada em cinco componentes principais da interação (CPI) para produção de grãos verdes e vagens verdes e quatro componentes principais da interação (CPI) para produção de grãos secos. Apenas o primeiro eixo (CPI1) teve seu resíduo significativo pelo teste Fr ($p < 0,01$), adotando-se o modelo AMMI1 para todas as variáveis avaliadas (Tabela 2).

O primeiro componente principal da interação explicou 54,7% para produção de grãos verdes 46,16% para produção de vagens verdes e 55,5% para produção de grãos secos (Tabela 2). Esses valores correspondem ao padrão adjacente à interação genótipos \times ambientes e de importância agrônômica. Sendo os valores que representam o ruído, ou seja, variação aleatória resultante da influência de fatores micro ambientais e sem importância agrônômica 55,5; 54,7 e 46,2 para produção de grãos verdes, vagens verdes e grãos secos, respectivamente.

Considerando as análises AMMI, os genótipos CPCR3F6L15, PC951015D01E e PC950409D02E apresentaram elevada produção de grão verde e boa estabilidade (Figura 1). Para produção de vagens verdes os genótipos P-290, P-508 apresentaram alta produção e boa estabilidade (Figura 2). Já para produção de grãos secos, os genótipos que se destacaram pelo método AMMI foram a BRS Patativa e P-508 (Figura 3). Os ambientes MAND2013 e BEB2013 foram os mais produtivos, sendo que este último apresentou maior estabilidade para produção de grão verde e vagem verde (Figuras 1, 2 e 3).

DISCUSSÃO

O feijão-caupi é cultivado no Brasil predominantemente na região Nordeste, principalmente por parte da agricultura familiar, apresentando baixo nível tecnológico, que resulta em baixa produtividade. Avaliações de linhagens de feijão-caupi em diferentes locais, seja para produção de grão seco ou grão verde, são de grande importância, pois podem permitir a seleção de genótipos com bom desempenho em diferentes ambientes de cultivo e diferentes níveis tecnológicos.

A produção do feijão-caupi tipo grão verde apresenta grande potencial para expansão de consumo, uma vez que é bastante utilizado na culinária nordestina e o cultivo tem sido realizado de forma independente pelos agricultores, sem estudos que indiquem qual a melhor cultivar para essa atividade, levando em consideração às preferências regionais. A seleção de cultivares com elevada produção de grão verde será uma grande contribuição para as populações de regiões semiáridas.

Várias metodologias têm sido desenvolvidas para interpretar a interação genótipo x ambiente e identificar genótipos que apresentem comportamento previsível nos vários ambientes avaliados. Os métodos de regressão linear (Eberhart & Russell 1966) e não paramétrico (Lin & Binns 1988) têm sido os mais utilizados, e de acordo com Silva e Duarte (2006) têm apresentado baixa correlação entre eles, indicando que um método não substitui o outro e que devem ser aplicados conjuntamente (Pereira *et al.*, 2009), como realizado no presente estudo.

Silva *et al.* (2016) avaliaram a adaptabilidade e estabilidade para o teor de proteína e produção de grãos em 44 linhagens de feijão-caupi, em sete ambientes, e observaram que os métodos de Eberhart e Russell e Lin e Binns apresentaram resultados semelhantes quanto a seleção de materiais superiores. Utilizando métodos paramétricos e não paramétricos em 20 linhagens de feijão-caupi Nunes *et al.* (2014) constataram que algumas metodologias não devem ser utilizadas simultaneamente, e que outras devem ser complementares. Freire Filho *et al.* (2005) utilizaram o modelo de efeitos principais aditivos e interação multiplicativa (AMMI), avaliando a produção de grãos de 15 linhagens de feijão-caupi em treze ambientes e observaram que as linhagens Evx91-2E e Evx63-4E podem ser cultivadas em todos os ambientes estudados.

A aplicação desses métodos é fundamental para a recomendação de novas cultivares. No estado do Piauí, Rocha *et al.* (2008) avaliaram a produtividade de grãos de vinte linhagens de feijão-caupi, e por meio da metodologia de Eberhart e Russell (1966) indicaram as cultivares Canapuzinho, Canapu-BA e BRS Xiquexique com ampla adaptabilidade e estabilidade. Utilizando essa mesma metodologia, Santos *et al.* (2008) avaliaram 64 linhagens de feijão-caupi, em diversos ambientes no Vale do São Francisco, e a linhagem PC 95-05-12-2-2 foi lançada como cultivar BRS Pujante e recomendada para cultivo na região semiárida dos estados de Pernambuco e Bahia.

Estudos têm sido conduzidos com o objetivo de avaliar genótipos de feijão-caupi para o mercado de feijão-verde, principalmente, para caracteres associados com a produção (OLIVEIRA *et al.*, 2003; ALVES *et al.*, 2009; CARDOSO *et al.*, 2009; ANDRADE *et al.*, 2010). Ramos *et al.* (2014) avaliaram genótipos de feijão-caupi sob diferentes lâminas de irrigação e a produtividade de grão verde foi de 2.937 kg ha⁻¹ (BRS Guariba) e 2.493 kg ha⁻¹ (BRS Paraguaçu). No entanto, não há variedades recomendadas para o mercado de feijão verde, considerando parâmetros de adaptabilidade e estabilidade.

Os genótipos P290, P303, P508 e PC950409D02E apresentaram produção de grãos verdes superior às médias dos experimentos, produção superior às cultivares avaliadas, estabilidade ampla e boa previsibilidade na série de ambientes avaliados, tanto pela metodologia de Eberhart e Russel e Lin e Binns (Tabela 4) assim como pelo método multiplicativo baseado em componentes principais (Figura 1), tendo grande potencial para serem recomendadas como novas cultivares para a região do Vale do São Francisco.

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

REFERÊNCIAS

ALVES JMA, ARAÚJO NA, UCHÔA SCP, ALBUQUERQUE JAA, SILVA AJ, RODRIGUES GS, SILVA DCO (2009). Avaliação Agroeconômica de produção de cultivares de feijão-caupi em consórcio com cultivares de mandioca em Roraima. **Revista Agroambiente**, v.3, n.1, p. 15-30.

ANDRADE FN, ROCHA MM, GOMES RLF, FREIRE FILHO FR, RAMOS SRR (2010). Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi avaliados para feijão fresco. **Revista Agrônômica**, 41, n. 2, p. 253-258.

BARROS MA, ROCHA MM, GOMES RLF, SILVA KJD, NEVES AC (2013). Adaptabilidade e estabilidade produtiva de feijão-caupi de porte semi-prostrado. **Pesquisa agropecuária brasileira** 48: 403-410.

CARDOSO MJ, RIBEIRO VQ, BASTOS, EA (2009). Rendimento de grãos verdes em cultivares melhoradas e tradicionais de feijão-caupi sob irrigação. In: Congresso Nacional de Feijão-caupi, 2. Belém, PA. Da agricultura de subsistência ao agronegócio. **Anais...** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, p. 787-790. 1 CD-ROM.

CARVALHO HWL de, ROCHA MdeM, NETO JB, GOMES MCM, MENEZES VMM (2013). **Porte ereto na Zona Agreste do Nordeste brasileiro**. In: Congresso Nacional de Feijão-caupi. Recife-PE.

CRUZ CD (2006). **Programa GENES: estatística experimental e matrizes**. Viçosa: Ed. UFV, 285p.

CRUZ CD, Regazzi AJ. (1994) **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV.

CRUZ CD, REGAZZI AJ, CARNEIRO PCS (2012). **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Vol. 1. Viçosa: UFV, 514p.

DUARTE JB, VENCOSKY R (1999) Interação genótipos x ambientes: uma introdução à análise AMMI. Ribeirão Preto: **Sociedade Brasileira de Genética**. 60p.

EBERHART SA, RUSSELL WA (1966) Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, p. 36-40.

FREIRE FILHO FR, LIMA JAA, RIBEIRO VQ (2005) **Feijão-caupi avanços tecnológicos**. Brasília. Embrapa Informação Tecnológica, 519p.

FREIRE FILHO FR, RIBEIRO VQ, ROCHA MM, SILVA KJD e, NOGUEIRA MSR, RODRIGUES EV (2011) **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, p.84.

GAUCH HG, ZOBEL RW (1996) AMMI analysis of yield trials. In: KANG MS, GAUCH HG, (Ed.). **Genotype by environment interaction**. Boca Raton: CRC Press, v. 4, p. 85-122.

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

LEITE ML, VIRGENS FILHO JS (2009). Produção de matéria seca em plantas de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) submetidas a déficits hídricos. **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v.10, p. 43-51.

LIN CS, BINNS MRA (1988). Superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, p.193-198.

NUNES HF, FREIRE FILHO FR, RIBEIRO VQ, GOMES RLF (2014). Grain yield adaptability and stability of blackeyed cowpea genotypes under rainfed agriculture in Brazil. **African Journal of Agricultural Research** 9: 255-261.

OLIVEIRA FJ de, FILHO, CJ da, BASTOS GQ, REIS OV, TEÓFILO EM (2003). Caracteres agronômicos aplicados na seleção de cultivares de feijão-caupi. **Revista Ciência Agronômica**. V. 34, n. 1, p. 5-11.

PEREIRA HS, MELO LC, DEL PELOSO MJ, FARIA LC, COSTA JGC, DÍAZ JLC, RAVA CA, WENDLAND A (2009). Comparação de métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 4, p. 374-383.

RAMOS, HMM, BASTOS, EA, CARDOSO MJ, RIBEIRO, VQ. (2014). Produtividade de grãos verdes de feijão-caupi sob diferentes regimes hídricos. **Engenharia Agrônoma de Jaboticabal**, v. 34, n.4, p.683-694.

ROCHA MdeM, OLIVEIRA JTS, FREIRE FILHO FR, CÂMARA JAS, RIBEIRO VQ, OLIVEIRA Jade. **Purificação Genética e Seleção de Genótipos de Feijão-caupi para a região Semiárida Piauiense**, p. 15-28, 2008. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento.

ROCHA MM, ANDRADE FN, GOMES RLF, FREIRE FILHO FR, RAMOS SRR, RIBEIRO VQ, (2012). Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão-caupi quanto à produção de grãos frescos, em Teresina-PI. **Revista Científica Rural**, v.14, n.1, p.40-55.

ROCHA MM, FREIRE FILHO FR, RAMOS SRR, RIBEIRO VQ, ANDRADE FN, GOMES RLF, **Avaliação agrônoma de genótipos de feijão-caupi para produção de grãos verdes** (2006) Teresina: Embrapa Meio-Norte, 16p. (Embrapa Meio-Norte. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 67.

ROCHA MM, SILVA KJD. e, VIEIRA PFMJ, CECCON G, SANTOS A, NETO ALN, SILVA JF, CORREA AM, ALVAREZ RCF (2013) **Adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de feijão-caupi de porte semiprostrado na Região Centro-Oeste do Brasil**. In: Congresso Nacional de Feijão-caupi. Recife-PE.

SANTOS A, CECCON G, NETO ALN, ROCHA MM, CORREA AM, ALVAREZ RCF (2013) **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão-caupi em Mato Grosso do Sul**. In: Congresso Nacional de Feijão-caupi. Recife-PE.

SANTOS, CAF, BARROS GAA, SANTOS ICCN, FERRAZ MGS (2008) Comportamento agrônomo e qualidade culinária de feijão-caupi no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira** 26: 404-408.

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

SAS **SAS/STAT Users Guide** (1989) Version 6, Fourth Edition, Volume 1. Cary: SAS Institute Inc, 890p.

SILVA DOM, SANTOS CAF, BOITEUX LS (2016) Adaptability and stability parameters of total seed yield and protein content in cowpea (*Vigna unguiculata*) genotypes subjected to semi-arid conditions. **Australian Journal of Crop Science**.

SILVA VPR, CAMPOS JHBC, SILVA MT, AZEVEDO PV (2010) Impact of global warming on cowpea bean cultivation in northeastern Brazil. **Agricultural Water Management**, v. 97, p. 1760-1768.

SILVA WCJ, DUARTE JB (2006). Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa agropecuária brasileira** 41:23-30.

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

Tabela 1- Relação dos genótipos de feijão caupi avaliados para estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade.

Tratamentos	Genótipos	Origem
1	BRS Acauã	Embrapa Semiárido
2	BRS Guariba	Embrapa Semiárido
3	BRS Marataoã	Embrapa Semiárido
4	BRS Patativa	Embrapa Semiárido
5	BRS Pujante	Embrapa Semiárido
6	BRS Rouxinol	Embrapa Semiárido
7	Linhagem PC951015D01E	Embrapa Semiárido
8	Linhagem PC950409D02E	Embrapa Semiárido
9	Linhagem PC951016D01E	Embrapa Semiárido
10	Linhagem CPC3R3F6L15	Embrapa Semiárido
11	Linhagem CPC3R3F6L17	Embrapa Semiárido
12	Linhagem C1J	Embrapa Semiárido
13	Linhagem C2M	Embrapa Semiárido
14	Linhagem C2S	Embrapa Semiárido
15	Linhagem C3F	Embrapa Semiárido
16	Linhagem C3Q	Embrapa Semiárido
17	Linhagem C3S	Embrapa Semiárido
18	Linhagem P290	Embrapa Semiárido
19	Linhagem P303	Embrapa Semiárido
20	Linhagem P508	Embrapa Semiárido
21	PJJ21	Nilo Coelho N8-Petrolina, PE
22	PJM22	Nilo Coelho - Petrolina, PE
23	PL23	Mandacaru-Juazeiro, BA
24	PAG24	Maniçoba-Juazeiro, BA
25	PC25	Nilo Coelho N9-Petrolina, PE
26	PD26	Maniçoba-Juazeiro, BA
27	PJ27	Maniçoba-Juazeiro, BA
28	PJJ28	Nilo Coelho N8-Petrolina, PE
29	PJN29	Nilo Coelho - Petrolina, PE
30	PLP30	Mandacaru-Juazeiro,BA

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

Tabela 2. Quadrado médio total (QMT), quadrados médio do resíduo (QMR), médias e coeficiente de variação (CV) para produção de grãos verdes, produção de vagens verdes e produção de grãos secos em 30 genótipos de feijão-caupi avaliados em seis ambientes.

	Produção de Grãos Verdes				Produção de Vagens Verdes				Produção de Grãos Secos			
	QMT	QMR	Média	CV	QMT	QMR	Média	CV	QMT	QMR	Média	CV
BEB13	656873.5**	218879.2	2203.9	21.22	2787283.3**	727179.9	3912.35	21.79	681285.7*	340725.7	1716.2	34.01
BEB14	1025124.2*	526881.6	1846.7	39.30	6222743.7**	1819366	3505.1	38.48	131880.8*	61898.8	698.20	35.63
BEB15	655582.1**	96334.3	1081.8	28.69	1547479.0*	751098.2	2202.5	39.34	282801.9**	83557.2	806.1	35.86
MAND13	4351374.**	569927.8	2705.1	27.91	13097469.2**	1770712	4866.4	27.34	-	-	-	-
MAND14	561450.1**	106699.4	1743.7	18.73	3054582.7**	817605.4	3772.6	23.97	184097.9**	50210.0	1129.56	19.83
MAND15	235758.3**	61452.8	766.4	32.34	263005.9 ^{NS}	244941.7	1150.6	43.01	202945.8**	38864.7	625.6	31.51

**e*significativo a 1%, 5%, respectivamente, pelo teste F

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

Tabela 3. Análise de variância conjunta para produção de grãos verdes (kg/ha^{-1}), produção de vagens verdes (kg/ha^{-1}) e produção de grãos secos (kg/ha^{-1}) em 30 genótipos de feijão-caupi avaliados em seis ambientes.

Fonte de variação	Quadrado Médio					
	GL	Produção de Grãos Verdes	GL	Produção de Vagens Verdes	GL	Produção de Grãos Secos
Genótipo (G)	29	2682995.0**	29	9828703**	29	421011.6**
Ambiente (A)	5	41728529.3**	5	294687733**	4	12019400.8**
G x A	145	875044.6**	145	3075365**	116	273778.2**
Resíduo	305	314418.6	343	1017424.0	208	117719.7
CPI1	33	0.77**	33	2.13**	32	0.26**
CPI1%		54.69		46.16		55.47
CV(%)		31.95		34.66		34.88

** , * , ^{ns} significativo a 1%, 5% ou não significativo respectivamente pelo teste F

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

Tabela 4. Estabilidade e adaptabilidade para produção de grãos verdes, produção de vagens verdes e produção de grãos secos em 30 linhagens de feijão-caupi, avaliados em seis ambientes, utilizando o método de Eberhart e Russell 1966 e Lin e Binns 1988.

Genótipos	Produção de grão verde				Produção de vagem verde				Produção de grão seco			
	Eberhart e Russell		Lin e Binns		Eberhart e Russell		Lin e Binns		Eberhart e Russell		Lin e Binns	
	β_0	β_i	σ_{dij}	Pi	β_0	β_i	σ_{dij}	Pi	β_0	β_i	σ_{dij}	Pi
BRS Acauã	1986.5	1.29 ^{NS}	177726.6*	635590 ⁹	3388.6	1.24 ^{NS}	366482.4 ^{NS}	3720816 ¹⁰	1209.1	1.66**	106569.0*	142904 ³
BRS Guariba	2029.5	1.20 ^{NS}	373336.8**	595452 ⁷	3515.8	1.09 ^{NS}	787292.2*	3364203 ⁹	1082.3	0.66 ^{NS}	-5238.8 ^{NS}	298069 ¹³
BRS Marataoã	931.9	0.50*	328831.5**	2807197 ³⁰	2748.7	1.11 ^{NS}	539015.7*	5846900 ²⁰	770.7	0.64 ^{NS}	223516.8**	723521 ²⁹
BRS Patativa	1616.2	0.88 ^{NS}	-8995.6 ^{NS}	1173306 ¹⁶	2641.6	0.71 ^{NS}	698906.9*	7352452 ²³	1228.3	1.31 ^{NS}	-19620.1 ^{NS}	166151 ⁴
BRS Puiante	1775.9	0.99 ^{NS}	271589.6**	891303 ¹⁰	3343.6	1.00 ^{NS}	690921.1*	4464629 ¹⁵	1044.7	1.26 ^{NS}	107474.3*	284312 ¹²
BRS Rouxinol	1248.3	0.57*	126292.1 ^{NS}	2027764 ²⁵	2375.7	0.70 ^{NS}	610139.3*	7538238 ²⁵	1117.6	0.76 ^{NS}	126995.1**	350370 ¹⁴
L. PC951015D01E	2164.8	1.64**	298108.5**	432024 ⁵	4127.9	1.56**	33436.4 ^{NS}	2120414 ⁴	1144.9	1.73**	22831.0 ^{NS}	199726 ⁷
L. PC950409D02E	2176.9	1.34 ^{NS}	-17675.7 ^{NS}	421522 ⁴	4018.9	1.40*	-2368.9 ^{NS}	2539971 ⁶	1051.5	-0.07**	3410.9 ^{NS}	524299 ²³
L. PC951016D01E	1340.5	1.08 ^{NS}	197336.2*	1728546 ²²	2565.1	1.01 ^{NS}	1012301.5**	7444748 ²⁴	685.8	1.02 ^{NS}	-17821.2 ^{NS}	597324 ²⁸
L. CPC3F6L15	2400.0	1.75**	696760.3**	337378 ²	4386.0	1.89**	1098029.6**	1946225 ²	1261.5	1.44*	217750.9**	135474 ²
L. CPC3F6L17	2149.5	1.81**	446183.8**	611276 ⁸	3850.2	1.41*	1517760.2**	3828157 ¹²	1139.9	1.50*	119371.6**	200775 ⁸
L. C1J	1749.1	1.24 ^{NS}	118038.9 ^{NS}	900659 ¹¹	4167.2	1.67**	1373829.2**	2580664 ⁷	751.4	0.72 ^{NS}	1801.0 ^{NS}	550515 ²⁶
L. C2M	1715.8	1.25 ^{NS}	273688.3**	1147839 ¹⁵	4544.1	0.97 ^{NS}	2786782.8**	2312880 ⁵	870.7	0.75 ^{NS}	79504.5*	519785 ²¹
L. C2S	1761.2	0.98 ^{NS}	301122.0**	1173646 ¹⁷	3101.2	0.29**	-76491.9 ^{NS}	5361070 ¹⁸	900.9	1.41 ^{NS}	4531.1 ^{NS}	368037 ¹⁶
L. C3F	1214.4	0.89 ^{NS}	64616.5 ^{NS}	1765082 ²³	2909.6	1.15 ^{NS}	-141603.9 ^{NS}	5393301 ¹⁹	895.1	0.57 ^{NS}	122759.8**	555746 ²⁷
L. C3O	1477.9	1.15 ^{NS}	-92103.1 ^{NS}	1323130 ¹⁹	2990.5	1.04 ^{NS}	-164273.6 ^{NS}	5075775 ¹⁷	1011.8	1.76**	16228.4 ^{NS}	267994 ¹¹
L. C3S	1586.8	1.01 ^{NS}	-66533.2 ^{NS}	1181694 ¹⁸	3724.8	1.02 ^{NS}	569419.4*	3766503 ¹¹	903.6	1.01 ^{NS}	140699.0**	515621 ²⁰
L. P290	2141.2	0.93 ^{NS}	-23310.1 ^{NS}	499448 ⁶	4294.1	1.18 ^{NS}	-6469.1 ^{NS}	2085384 ³	1148.2	1.29 ^{NS}	16138.5 ^{NS}	180601 ⁵
L. P303	2282.2	1.71**	112577.4 ^{NS}	371543 ³	3975.8	1.68**	61682.6 ^{NS}	2618724 ⁸	1089.5	0.87 ^{NS}	-26523.5 ^{NS}	262500 ¹⁰
L. P508	2532.0	1.56**	281022.4**	166379 ¹	4715.9	1.37 ^{NS}	2039686.5**	1283228 ¹	1350.8	1.22 ^{NS}	6845.3 ^{NS}	103249 ¹
PJJ21	1291.2	0.22**	50193.9 ^{NS}	2060685 ²⁶	2587.9	0.20**	693802.9*	7873413 ²⁶	957.7	1.03 ^{NS}	-36439.6 ^{NS}	358504 ¹⁵
PJM22	1980.9	1.22 ^{NS}	201690.0*	904855 ¹²	3593.5	1.11 ^{NS}	366140.8 ^{NS}	3961597 ¹³	1263.2	2.44**	-14613.4 ^{NS}	186871 ⁶
PL23	1300.8	0.52*	12120.0 ^{NS}	1922153 ²⁴	2163.2	0.52*	-30147.4 ^{NS}	8807759 ²⁸	948.8	0.63 ^{NS}	32185.9 ^{NS}	466630 ¹⁸
PAG24	1543.3	0.62 ^{NS}	168704.8*	1593046 ²¹	2677.1	0.76 ^{NS}	350431.3 ^{NS}	6604367 ²²	979.2	0.34**	77842.1*	525751 ²⁴
PC25	1123.6	0.41**	-16916.9 ^{NS}	2221915 ²⁸	1941.9	0.42**	-179017.1 ^{NS}	9652145 ²⁹	776.8	0.76 ^{NS}	7454.3 ^{NS}	521307 ²²
PD26	1089.2	0.49*	53334.1 ^{NS}	2322003 ²⁹	1783.1	0.35**	-166658.9 ^{NS}	10395120 ³⁰	950.3	1.12 ^{NS}	62392.7 ^{NS}	422759 ¹⁷
PJ27	1698.4	0.21**	-31265.4 ^{NS}	1324245 ²⁰	3114.8	0.59*	-202460.1 ^{NS}	5040849 ¹⁶	975.6	-0.04**	73531.3*	547289 ²⁵
PJJ28	1918.6	0.94	213617.1*	990547 ¹³	3452.6	1.06 ^{NS}	262504.6 ^{NS}	4154864 ¹⁴	880.8	0.39**	43082.6 ^{NS}	502961 ¹⁹
PJN29	1741.6	1.04	7834.9 ^{NS}	1040486 ¹⁴	2895.1	0.88 ^{NS}	88347.0**	5962821 ²¹	1137.2	1.27 ^{NS}	8105.8 ^{NS}	201810 ⁹
PLP30	1234.0	0.51*	245556.9*	2167848 ²⁷	2412.1	0.59*	1063932.7	8222718 ²⁷	557.4	0.56*	49760.1 ^{NS}	867983 ³⁰
Geral	1706.7				3266.9				1002.8			

**,* ,^{NS} significativo a 1%, 5% ou não significativo respectivamente pelo teste F.(1-30) numeração de acordo com o menor e maior valor de Pi

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

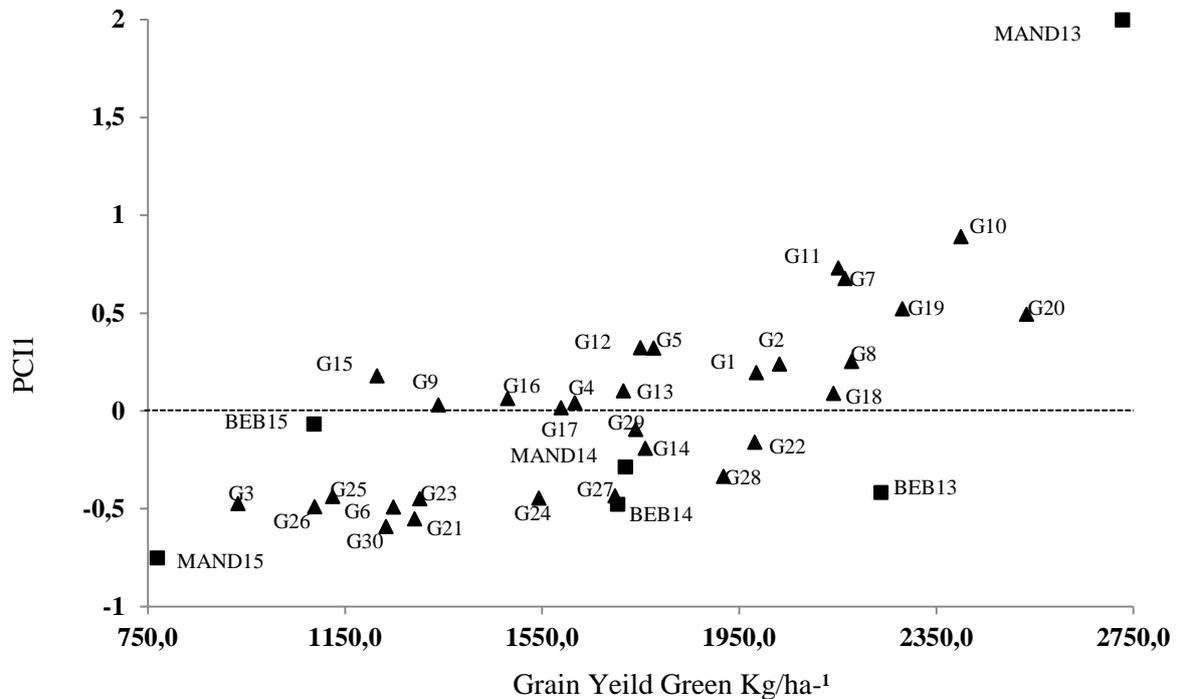


Figura 1. Biplot AMMI para produção de grãos verdes de 30 genótipos (▲) de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) avaliados em seis ambientes (■). G1=BRS Acauã; G2=BRS Guariba; G3=BRS Marataoã; G4=BRS Patativa; G5=BRS Pujante; G6=BRS Rouxinol; G7=Lin.PC951015D01E; G8=Lin.PC950409D02E; G9= Lin.PC951016D01E; G10= Lin.PCCR3F6L15; G11= Lin.CPCR3F6L17; G12= Lin.C1J; G13= Lin.C2M; G14= LinC2S; G15= Lin.C3F; G16= Lin.C3Q; G17= Lin.C3S; G18= Lin.P290; G19= Lin.P303; G20= Lin.P-508; G21= PJJ21; G22=PJM22; G23=PJL23; G24=PAG24; G25=PC25; G26=PD26; G27=PJ27; G28=PJJ28; G29=PJN29; G30=PLP30.

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

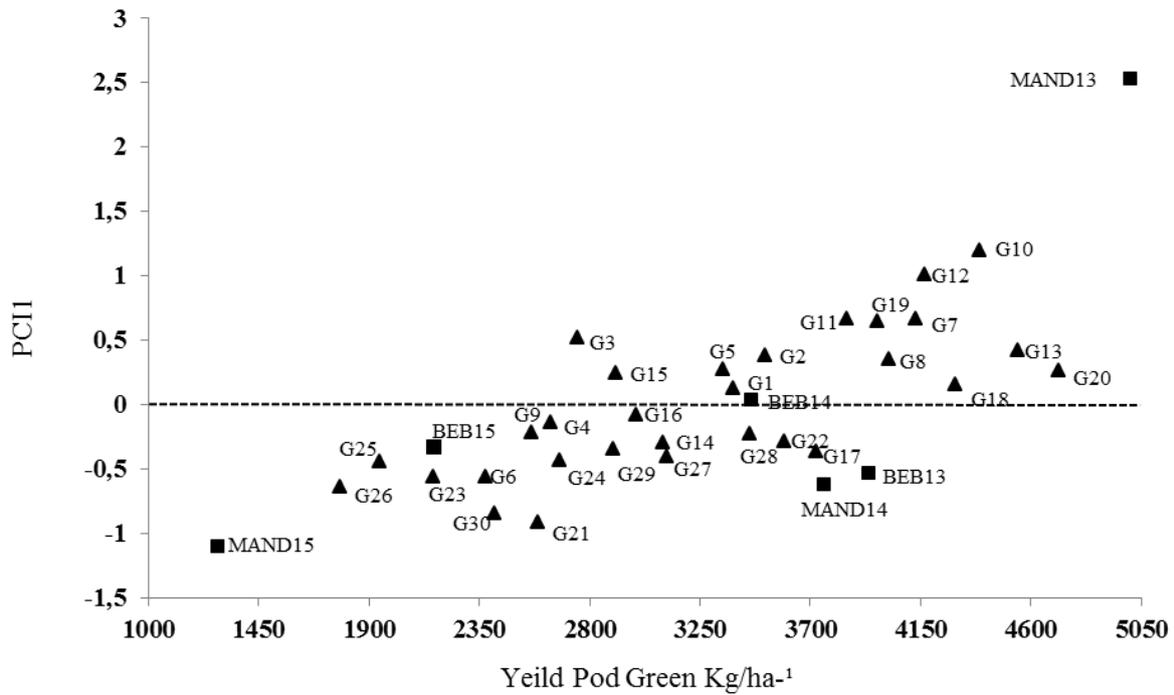


Figura 2. Biplot AMMI para produção de vagens verdes de 30 genótipos (▲) de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) avaliados em seis ambientes(■).G1=BRS Acauã; G2=BRS Guariba; G3=BRS Marataoã; G4=BRS Patativa; G5=BRS Pujante; G6=BRS Rouxinol; G7=Lin.PC951015D01E; G8=Lin.PC950409D02E; G9= Lin.PC951016D01E; G10= Lin. PCCR3F6L15; G11= Lin. CPCR3F6L17; G12= Lin.C1J; G13= Lin.C2M; G14= LinC2S; G15= Lin.C3F; G16= Lin.C3Q; G17= Lin.C3S; G18= Lin.P209; G19= Lin.P-303; G20= Lin.P-508; G21= PJJ21; G22=PJM22; G23=PJL23; G24=PAG24; G25=PC25; G26=PD26; G27=PJ27; G28=PJJ28; G29=PJN29; G30=PLP30.

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi

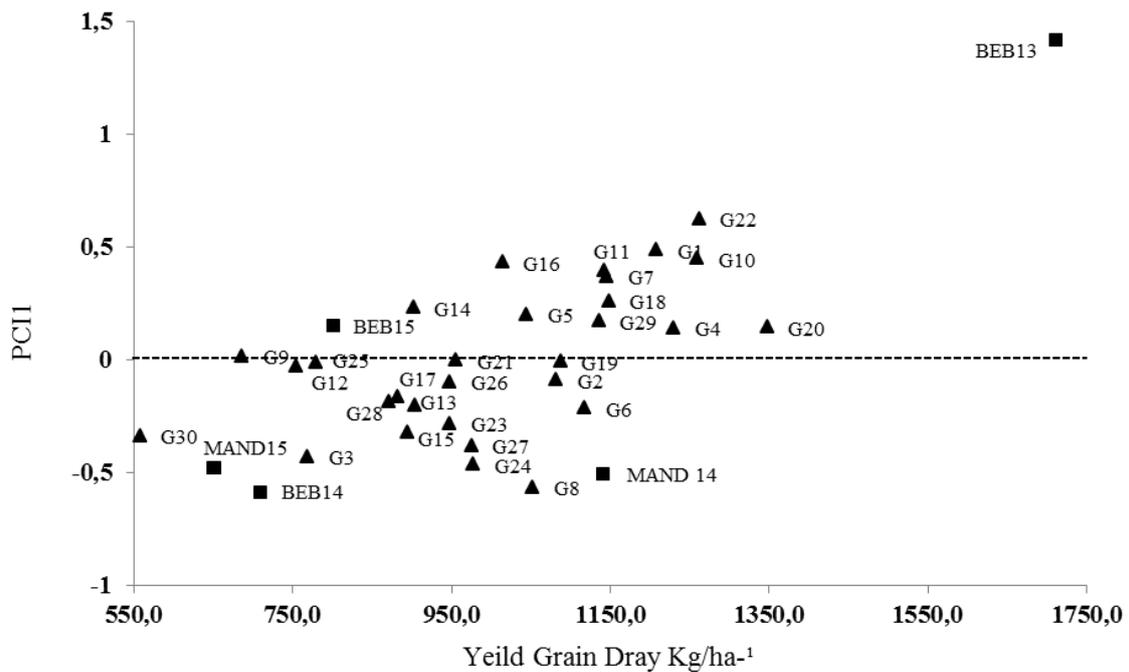


Figura 3. Biplot AMMI para produção de grãos secos de 30 genótipos (▲) de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) avaliados em seis ambientes(■).G1=BRS Acauã; G2=BRS Guariba; G3=BRS Marataoã; G4=BRS Patativa; G5=BRS Pujante; G6=BRS Rouxinol; G7=Lin.PC951015D01E; G8=Lin.PC950409D02E; G9= Lin.PC951016D01E; G10= Lin. PCCR3F6L15; G11= Lin. CPCR3F6L17; G12= Lin.C1J; G13= Lin.C2M; G14= Lin.C2S; G15= Lin.C3F; G16= Lin.C3Q; G17= Lin.C3S; G18= Lin.P209; G19= Lin.P-303; G20= Lin.P-508; G21= PJJ21; G22=PJM22; G23=PJL23; G24=PAG24; G25=PC25; G26=PD26; G27=PJ27; G28=PJJ28; G29=PJN29; G30=PLP30.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O feijão-caupi é um dos alimentos mais importantes na composição nutricional no semiárido brasileiro. A região Norte e Nordeste são as principais produtoras de feijão-caupi. Na região Nordeste o feijão-caupi é aproveitado na forma tipo grão verde na preparação de pratos típicos, a exemplo, de baião-de-dois. Na região do Vale do São Francisco é notória a busca pelo aumento da produção de grãos verdes, no entanto devem-se utilizar genótipos adaptados para a região e com maior produtividade, sendo objeto de estudo atual nos programas de melhoramento genético para a espécie.

Dessa forma, para a obtenção de genótipos superiores é necessário o estudo de diversidade entre os genótipos disponíveis. A utilização de métodos que estimem de forma precisa a diversidade entre os materiais em estudo é de grande importância para o sucesso dos programas de melhoramento. Uma vez determinado os genótipos mais contrastantes e produtivos, a avaliação de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade é o próximo passo para identificar os genótipos mais adaptados e estáveis para a região semiárida.

O presente trabalho teve como objetivos principais estimar a variabilidade fenotípica entre genótipos de feijão-caupi para colheita de grãos verdes para seleção de genótipos com caracteres de interesse morfo-agronômico para programas de melhoramento na região semiárida e estimar parâmetros de adaptabilidade e estabilidade em genótipos de feijão-caupi para produção de grãos verdes, visando à recomendação de genótipos para a região do Vale do São Francisco.

O capítulo II descreve os estudos realizados para diversidade genética entre os genótipos de feijão-caupi utilizando diferentes métodos de agrupamento.

Os principais resultados do capítulo II foram:

- A acurácia dos métodos de agrupamento foi similar entre eles, o que indica que os três métodos foram eficientes para agrupar os genótipos estudados;
- Foi possível identificar os genótipos P508 e PCCR3F6L15 como os de destaque para o maior número de caracteres estudados de acordo com os métodos empregados.

AQUINO, D. A. L de. Variabilidade fenotípica e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi
O capítulo III descreve os resultados da avaliação de adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos verdes em genótipos de feijão-caupi.

- Os genótipos que reúnem adaptabilidade e estabilidade produtiva para recomendação para o Vale do São Francisco foram P290, P303, P508 e PC950409D02E
- Além de ter sido acesso de destaque no estudo de diversidade o genótipo P508 apresentou maior estabilidade produtiva de grãos verdes, sendo recomendado para cultivo na região de estudo.

No geral, os resultados obtidos no presente estudo indicam que os genótipos têm variabilidade genética expressa pelos três métodos de agrupamento, e que entre eles existe um genótipo mais estável para o Vale do São Francisco, o que indica a possível utilização dos mesmos nos programas de melhoramento.