



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
MESTRADO EM FITOTECNIA

CHRISTIANE NORONHA GOMES DOS SANTOS OLIVEIRA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO, QUALIDADE E DIVERSIDADE
GENÉTICA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI PARA PRODUÇÃO
DE GRÃOS VERDES**

MOSSORÓ

2016

CHRISTIANE NORONHA GOMES DOS SANTOS OLIVEIRA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO, QUALIDADE E DIVERSIDADE GENÉTICA DE
GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS VERDES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para a obtenção do grau de Mestre em Agronomia: Fitotecnia.

Linha de pesquisa: Melhoramento genético

ORIENTADOR: Prof. D.Sc. GLAUBER HENRIQUE DE SOUSA NUNES

COORIENTADOR (A): Profa. D.Sc. LINDOMAR MARIA DA SILVEIRA

Prof. D.Sc. JOSÉ TORRES FILHO

D.Sc. AURÉLIO PAES BARROS JUNIOR

MOSSORÓ - RN

2016

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

048d Oliveira, Christiane Noronha Gomes dos Santos.
Desempenho agronomico, qualidade e diversidade
genética de genótipos de feijão - Caupi
para
produção de grãos verdes / Christiane Noronha
Gomes dos Santos Oliveira. - 2016.
60 f. : il.

Orientador: José Torres Filho.
Coorientador: Lindomar Maria da Silveira.
Dissertação (Mestrado) - Universidade
Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Fitotecnia, 2016.

1. Vigna Unguiculata. 2. Feijão verde. 3.
Linhagens. 4. REML/BLUP. I. Torres Filho,
José, orient. II. Silveira, Lindomar Maria
da, co-orient. III. Título.

Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

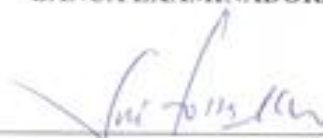
CHRISTIANE NORONHA GOMES DOS SANTOS OLIVEIRA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO, QUALIDADE E DIVERSIDADE GENÉTICA DE
GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS VERDES**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como parte das exigências para obtenção do grau de Mestre, em agronomia: Fitotecnia.

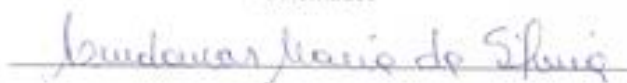
Defendida em: 29, 04, 2016

BANCA EXAMINADORA



D.Sc. JOSÉ TORRES FILHO (UFERSA)

Orientador



D.Sc. LINDOMAR MARIA DA SILVEIRA (UFERSA)

Coorientadora



D.Sc. JOSÉ ROBSON DA SILVA (EMPARN)

Conselheiro

*Ao meu Deus, que me presenteou com os amores da
minha vida: meu esposo, Claudio Alberto F. de O.
Segundo; minha princesa linda, minha filha, Yasmin
Cálita N. O. Santos; e meus pais, Aguinaldo Lopes
dos Santos e Maria Noronha Gomes dos Santos.
Pelo amor e carinho.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por seu amor e cuidado, sempre presentes em minha vida. Por Sua Graça imensurável e força dada a mim diante de tantas dores físicas e emocionais por que passei durante esses dois anos, além das limitações que essas me causaram. Muito obrigada, Senhor, por ser meu socorro e refúgio.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, da qual, com alegria e orgulho, sou servidora, permitindo-me, neste momento, estar concluindo o mestrado através do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.

Ao programa de pós-graduação, pela oportunidade de cursar o mestrado em fitotecnia.

Aos meus pais, Aguinaldo Lopes dos Santos e Maria Noronha Gomes dos Santos, por serem exemplos de força, garra e determinação. Por seus ensinamentos e educação, que me guiam a cada passo. Obrigada, meus guerreiros. Amo-os demais.

Aos amores da minha vida: meu esposo, Claudio Alberto Fernandes de Oliveira Segundo, pelo carinho e amor, além da paciência diante da ausência, algumas vezes; e minha princesa, amor da mamãe, Yasmin (Flor), que por muitas vezes sentiu a minha falta e pediu para ficar, mas não pude atendê-la naquele momento. Grata, filha, sou a Deus por tão grande e especial presente na minha vida: você.

Aos meus sogros, Débora Oliveira e Claudio Alberto, e à minha sobrinha Luana Noronha, que cuidaram com amor e carinho da minha filhinha, para que eu pudesse me dedicar ao mestrado.

Ao chefe do Departamento de Ciências Vegetais, Leilson Costa Grangeiro, pela permissão de participar do mestrado em fitotecnia, como servidora estudante.

Ao meu Orientador, José Torres Filho, e à minha coorientadora, Lindomar Maria da Silveira, pelos incentivos e ensinamentos prestados a mim. Tenham certeza de que foram muito importantes para minha formação e de que estarão sempre em minha memória.

Ao pesquisador José Robson da Silva, por aceitar participar da banca examinadora, disponibilizando uma parte do seu tempo, para avaliar e contribuir com esse trabalho.

Ao professor Glauber Henrique, pela atenção e pela disponibilidade de tempo, para contribuir com seus conhecimentos na área da estatística.

Às professoras Elizângela Cabral, pela permissão de utilizar o laboratório de pós-colheita para fazer as análises físico-químicas, e Clarisse Pereira Benedito, pelo apoio e pelo encorajamento.

À amiga Leidiane, que, antes mesmo de me submeter à seleção do mestrado, já me estimulava e me incentivava a ampliar meus conhecimentos.

Aos amigos e colegas de pesquisa GEPPARG, Rayanne Ribeiro, Antônio José, Antônia Elane, Matheus Nogueira, Gerffeson Mota, Carlinha, Leonardo Vieira e Luiz Aurélio, pela ajuda neste trabalho, em muitas análises de campo e laboratório, dando-me um maravilhoso suporte. Obrigada, amigos.

Aos colegas de trabalho do CPVSA, Paulo Sérgio Fernandes das Chagas, Bruno Caio Chaves, Juliana Maria da Costa e Lidiane Martins Moura, pela força e pela ajuda que disponibilizaram a mim.

Aos amigos Welder Lopes, Valdívnia Souza, Cheyla Magdala, Emanuela, Sara Monaliza e Cinthia Marinho, que me deram apoio e contribuíram muito com seus conhecimentos. Muito obrigada.

Aos colaboradores da Horta Didática da UFERSA, que, com garra e força, trabalham arduamente, para ajudar a todos quantos precisarem em seus projetos de pesquisa no campo. Meus parabéns, Seu Antônio, Naná e Seu Alderir.

“Deus é o nosso refúgio e fortaleza, socorro bem presente na angústia”

(Salmos 46:1)

RESUMO

OLIVEIRA, Christiane Noronha Gomes dos Santos. **DESEMPENHO AGRONÔMICO, QUALIDADE E DIVERSIDADE GENÉTICA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS VERDES**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2016.

O trabalho visa selecionar genótipos de feijão-caupi, para grãos verdes, que tenham características que atendam às exigências do consumidor local, quanto ao seu desempenho agrônomo, qualidade e diversidade genética. Foram conduzidos dois ensaios utilizando genótipos de feijão-caupi em duas épocas do ano de 2014 na Horta Experimental do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), na cidade de Mossoró-RN. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com 23 genótipos e 4 repetições, sendo vinte genótipos provenientes da Embrapa Meio-Norte e três testemunhas locais. As características avaliadas foram: Acamamento, Número de Grãos por Vagem, Comprimento de Vagens Verdes, Massa de Vagens Verdes, Porte de Planta, Número de Dias para início de Floração, Número de Dias para a Maturação da vagem verde, Massa de Grãos Verdes, Produtividade de Vagem Verde, Produtividade de Grãos Verdes, Índice de Grãos; bem como as análises físico-químicas: Sólidos Solúveis, potencial Hidrogeniônico, Clorofila Total, Carotenoides e Proteína Total. A partir da metodologia modelos mistos (REML/BLUP), através da qual foi feita a análise conjunta das duas épocas, puderam ser estimados os componentes de variância e os parâmetros genéticos, além da contribuição relativa para a diversidade genética de cada caráter avaliado. Os genótipos MNC05-835B-15, MNC05-841B-49 e a cultivar BRS Xiquexique tiveram melhores valores para a produtividade de vagens verdes nas duas épocas do experimento. Para a Produtividade de Grãos Verdes, os genótipos que obtiveram melhores desempenhos foram MNC00-595F-2, MNC-595F-27, MNC05-835B-15 e a cultivar BRS Xiquexique. Os genótipos MNC99-510F-16-1 e MNC02-701F-2 deram melhores médias para o caráter de qualidade Proteína Total, sendo a cultivar de melhor média a Sempre-Verde-CE-1. Os genótipos MNC02-701F-2, MNC05-841B-49, MNC05-847B-123, BRS-Aracê apresentaram os melhores resultados em relação aos caracteres Sólidos Solúveis, Clorofila Total e Carotenoides Totais. Através do agrupamento UPGMA, foram gerados quatro grupos distintos entre os 23 genótipos avaliados de dissimilaridade genética. As variáveis Número de Grãos, Massa de Vagens Verdes, Índice de Grãos e Sólidos Solúveis foram as que mais contribuíram para a diversidade dos genótipos avaliados.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*. Feijão-verde. Linhagens. REML/BLUP.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Christiane Noronha Gomes dos Santos. **AGRONOMIC PERFORMANCE, QUALITY AND GENETIC DIVERSITY OF COWPEA GENOTYPES FOR GREEN GRAINS PRODUCTION**. 2016. Thesis (Master's degree in Agronomy: Plantas Science) – Federal Rural University of Semi-Arid (UFERSA), Mossoró, 2016.

This work aims to select cowpea genotypes, green grain, which they must have characteristics that meet local consumer demands, as their agronomic performance, quality and genetic diversity. Two trials using cowpea genotypes were conducted in two seasons of 2014 at the Federal Rural University of Semi-Arid (UFERSA) in the city of Mossoro-RN. The experimental was arranged in a randomized block design with 23 genotypes e 4 replications, being twenty genotypes from *Embrapa Meio-Norte* and three local witnesses. The characteristics evaluated were: lodging, Number of Grains per Pod, Length of Green Pods, Mass of Green Pods, Plant Size, Number of Days to start Flowering, Number of Days for the Maturing of green pod, Green Grain Mass, Green Pod Productivity, Green Grain productivity, Grain Index; as well as the physical and chemical analysis: Soluble Solids, hydrogen potential, Chlorophyll Total, Carotenoids and Total Protein. From the mixed model methodology (REML / BLUP), by which it was made the joint analysis of the two seasons could be estimated the variance components and genetic parameters, in addition to the contribution to the genetic diversity of each feature evaluated. The MNC05-835B-15 genotypes, MNC05-841B-49 and to cultivate BRS Chiquichique had better values for the yield of green pods at both times of the experiment. For the Green Grain Productivity, the genotypes that had better performances were MNC00-595F-2, MNC-595F-27 MNC05-835B-15 and BRS Chiquichique. The MNC99-510F-16-1 and MNC02-701F-2 genotypes have better averages for the quality of Total Protein, and the best average to cultivate the EverGreen-EC-1. The MNC02-701F-2 genotypes, MNC05-841B-49, MNC05-847B-123, BRS-Aracê showed the best results in relation to the characters Soluble Solids, Total Chlorophyll and Carotenoids Total. Through UPGMA it was generated four distinct groups among the 23 genotypes of genetic dissimilarity. The variables Grain Number, Mass of Green Pods, Grains Index and Soluble Solids were those that most contributed to the diversity of genotypes.

Key words: *Vigna unguiculata*. Green bean. Lineage. REML/BLUP.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Resultados da análise química de amostra do solo da área experimental dos experimentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	25
Tabela 2 -	Genótipos de feijão-caupi avaliados para a produção de grãos verdes nas condições do semiárido. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	25
Tabela 3 -	Estimativas de componentes de variância de efeito e parâmetros genéticos dos caracteres CVV (Comprimento de Vagens Verdes), PP (Porte de Planta), NDF (Número de Dias para Floração), NDMVV (Número de Dias para a Maturação de Vagens Verdes), ACAM (Acamamento), PVV (Produtividade de Vagem Verde), PGV (Produtividade de Grãos Verdes), MVV (Massa de Vagens Verdes) de 23 genótipos de feijão-caupi em duas épocas de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	31
Tabela 4 -	Estimativas de componentes de variância e efeito e parâmetros genéticos para NG (Número de Grãos), MGV (Massa de Grãos Verdes), IGV (Índice de Grãos Verdes), PH (Potencial Hidrogeniônico), SS (Sólidos Solúveis), CLT (Clorofila Total), CAR (Carotenoides), PT (Proteína Total) de 23 genótipos de feijão-caupi em duas épocas de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	32
Tabela 5 -	Estimativas dos valores genotípicos dos caracteres Comprimento de Vagem (CVG) e Porte de Planta (PP) de 23 genótipos de caupi para duas épocas e para o ambiente médio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	34
Tabela 6 -	Estimativas dos valores genotípicos dos caracteres Número de Dias para Floração (NDF) e Número de Dias para Maturação de Vagens Verdes (NDMVV) de 23 genótipos de caupi para duas épocas e para o ambiente médio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	36
Tabela 7 -	Estimativas dos valores genotípicos dos caracteres Acamamento (ACAM) e Produtividade de Vagens Verdes (PVV) de 23 genótipos de caupi para duas	

	épocas e para o ambiente médio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	38
Tabela 8 -	Estimativa do valor genotípico do caráter Produtividade de Grãos Verdes (PGV) de 23 genótipos de caupi para duas épocas e para o ambiente médio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	40
Tabela 9 -	Estimativas dos valores genotípicos dos caracteres Massa de Vagens Verdes (MVV) e Número de Grãos (NG) de 23 genótipos de caupi para duas épocas e para o ambiente médio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	42
Tabela10-	Estimativas dos valores genotípicos dos caracteres Massa de Grãos Verdes (MGV) e Índice de Grãos Verdes (IGV) de 23 genótipos de caupi para duas épocas e para o ambiente médio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	44
Tabela11-	Estimativas dos valores genotípicos dos caracteres Potencial Hidrogeniônico (PH) e Sólido Solúveis (SS) de 23 genótipos de caupi para duas épocas e para o ambiente médio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	46
Tabela12-	Estimativas dos valores genotípicos dos caracteres Clorofila Total (CLT) e Carotenoides (CAR) de 23 genótipos de caupi para duas épocas e para o ambiente médio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	48
Tabela13-	Estimativas do valor genotípico de Proteína Total (PT%) de 23 genótipos de caupi para duas épocas e para o ambiente médio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	50
Tabela14-	Grupos formados pelo método UPGMA utilizando a distância euclidiana obtida a partir de 16 caracteres morfoagronômicos avaliados em 23 genótipos de feijão-caupi em duas épocas. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	52
Tabela15-	Contribuição relativa de 16 caracteres para divergência genética em 23 genótipos de feijão-caupi, conforme critério de Singh (1981). Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	53

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Temperatura e pluviosidade média mensal a 1,0 m da superfície do solo da área experimental. Mossoró-RN, UFERSA, 2014..... 24
- Figura 2 - Dendrograma de dissimilaridade genética entre 23 genótipos de feijão-caupi obtidos pelo agrupamento de UPGMA, utilizando a distância euclidiana média (correlação cofenética: 0,75). Mossoró-RN, UFERSA, 2014..... 51

LISTA DE TABELAS DO APÊNDICE

- Tabela 1A - Resumo da análise de Deviance de 16 caracteres medidos em 23 genótipos de caupi em Mossoró-RN, UFERSA, 2014..... 60

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REFERENCIAL	17
TEÓRICO.....	
2.1 ORIGEM E IMPORTANCIA DO FEIJÃO-CAUPI.....	17
2.2 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA E CARACTERÍSTICAS DO FEIJÃO-CAUPI.....	18
2.3 POTENCIAL GENÉTICO DA CULTURA.....	19
2.4 FEIJÃO-CAUPI PARA GRÃOS VERDES.....	21
3 MATERIAL	24
MÉTODOS.....	
3.1 LOCALIZAÇÃO, SOLO E CLIMA	24
3.2 ANÁLISES	27
ESTATÍSTICAS.....	
3.2.1 Estimação de Parâmetros genéticos via modelos mistos.....	27
3.2.2 Divergência Genética.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
5 CONCLUSÕES.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
APÊNDICE.....	60

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é considerado uma das fontes alimentares mais importantes e estratégicas para as regiões tropicais e subtropicais do planeta (SANTOS et al., 2014), uma vez que o mesmo representa um papel socioeconômico relevante, gerando emprego e renda para milhares de pessoas (ROCHA et al., 2013).

Atualmente, o Brasil ocupa a terceira posição em relação à produção mundial de feijão-caupi, que é cultivado principalmente nas regiões Norte e Nordeste do país (TORRES et al., 2015). Entretanto, o seu cultivo nessas regiões ainda possui baixos índices produtivos, diferentemente do que ocorre na região Centro-Oeste, onde desde 2006, vem constantemente se expandindo para os cerrados, lugar em que o cultivo ocorre em grandes áreas, utilizando-se de lavoura altamente tecnificada, decorrente do investimento de médios e grandes empresários (ROCHA et al., 2013).

Esta cultura apresenta-se principalmente de duas formas em relação a sua comercialização: na forma de grãos secos e grãos verdes ou imaturos (ROCHA et al., 2009). Os grãos de feijão-caupi estão entre as principais fontes de proteína e energia para o homem, com cerca de 25% de proteínas e 63% de carboidratos nos grãos (TORRES, 2015). Independentemente da finalidade da produção, para se ter uma boa produtividade, tanto para grãos secos como para grãos verdes, em um ambiente específico e sistema de produção, a escolha correta da cultivar torna-se de grande importância (VIEIRA, 2001). No mercado nacional, existem cultivares melhoradas para produção de grãos secos. No entanto, para grãos verdes, não existem cultivares recomendadas comercialmente (SOUSA et al., 2013).

Segundo Torres et al. (2015), nas etapas finais dos programas de melhoramento genético, faz-se necessária a avaliação de genótipos de feijão-caupi em diferentes ambientes, a fim de selecionar aqueles que reúnam elevada produtividade de grãos, adaptabilidade e estabilidade fenotípica, para a ampla recomendação de cultivares para cada tipo de ambiente. Embora os autores tenham se referido à produção de grãos secos, a afirmativa deve ser considerada também para outras finalidades de produção, como a de grãos verdes, uma vez que nesse seguimento aquelas também são características desejáveis.

A produção de grãos verdes é mais uma alternativa de venda para os agricultores. Segundo Rocha et al. (2009), a falta de cultivares adequadas a esse mercado representa perdas para o produtor, visto que muitas não apresentam características apropriadas. Diante disso, o melhoramento genético do caupi para produção de grãos verdes tem concentrado seus estudos

em parâmetros genéticos de caracteres voltados ao mercado de vagens e grãos verdes, como comprimento de vagem, índice de grãos, produtividade de vagens e grãos, além da qualidade nutricional do grão (SOUSA et al., 2015).

Decorrente da não existência, no mercado brasileiro, de cultivares de feijão-caupi para a produção de feijão-verde que detenham características adequadas tanto para a produção como para o processamento industrial, a seleção de caracteres específicos para tal finalidade torna-se importante, para que o agricultor tenha um produto diferenciado, de qualidade e valor de mercado competitivo, que atenda à preferência de produtores, comerciantes e consumidores (ANDRADE, 2010).

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar genótipos de feijão-caupi para a produção de grãos verdes quanto ao seu desempenho agrônomo e às suas qualidade e diversidade genética na cidade de Mossoró-RN.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ORIGEM E IMPORTÂNCIA DO FEIJÃO-CAUPI

O feijão-caupi tem sua origem no continente africano e é cultivado em mais de cem países (COHEN et al., 1991), sendo a Nigéria e o Níger os maiores produtores do mundo, correspondendo a 86,75% da produção mundial (ROCHA et al., 2013).

No ano de 2012, foi estimada uma produção mundial de 5,5 milhões de toneladas de feijão-caupi (FAOSTAT, 2016).

No Brasil, esta leguminosa foi introduzida na metade do século XVI por colonizadores portugueses, pelo Estado da Bahia, expandindo-se posteriormente para outros estados do país. (FREIRE FILHO et al., 2011).

O cultivo do feijão-caupi vem a ser uma atividade para o desenvolvimento agrícola, tanto no aspecto econômico como nutricional, exercendo função socioeconômica, sobretudo para a população rural no suprimento das necessidades nutricionais, principalmente das populações com menor poder aquisitivo (TEÓFILO et al., 2008), além de ser fixadora de mão de obra no campo (CARDOSO; RIBEIRO, 2006). Ademais, representa um pouco mais de 15% do total de feijão cultivado no país, correspondendo a 513 mil toneladas, sendo cultivado em todas as regiões em maior ou menor escala, concentrando-se nas regiões Norte e Nordeste (SANTOS et al., 2014). Apesar de ser uma cultura bastante comum nessas regiões, é nessas áreas que são registrados os menores rendimentos da cultura (FREIRE FILHO et al., 2011).

Na região Norte, os Estados que possuem os maiores índices de produção de feijão-caupi são o Pará e Rondônia (ROCHA et al., 2013). Já na região Nordeste, onde se concentra 60,80% do total de área plantada de feijão-caupi no Brasil, verifica-se 75,3 % do total de produção nacional, sendo os Estados do Ceará, Piauí e Bahia os principais produtores dessa cultura. Embora tal região concentre a produção, isso não se reflete no retorno econômico, visto que a utilização de tecnologias adequadas permitiria a exploração do potencial da cultura de modo a se ter um maior retorno financeiro. O uso de apenas 10% de sementes certificadas configura um dos principais motivos da baixa produtividade existente nessa região, associado a fatores edafoclimáticos limitantes, onde o cultivo ocorre, na grande maioria, no ecossistema semiárido, não sendo necessária a expansão em áreas de cultivo e sim os investimentos em tecnologia, a fim de reverter essa situação existente (FREIRE FILHO et al., 2011).

Na região Centro-Oeste, o feijão-caupi, inicialmente, era somente cultivado na forma de safrinha, o que gerou o interesse por parte de grandes produtores da região, posto que apresentava, quando comparado a outras culturas, baixo custo de produção, ciclo de maturação rápido, baixa disponibilidade hídrica e boa adaptação a solos com baixo teor de nutrientes (ROCHA et al., 2013). Essa região, no ano de 2014, produziu cerca de 26,31% da produção total de feijão-caupi do país, segundo dados da Embrapa Arroz e Feijão (2016). Além disso, o lançamento de cultivares permitiu o avanço da cultura nessa região, pois as mesmas possuíam características de interesse para o cultivo em grandes áreas, como porte de planta mais ereto, resistência a fitopatógenos, alta produtividade, baixo acamamento, ciclo de maturação da planta mais precoce e aumento do peso de 100 grãos. Contudo, esses resultados só foram possíveis graças a um programa de melhoramento com etapas bem elaboradas e infraestrutura adequada (TORRES, 2015).

2.2 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA E CARACTERÍSTICAS DO FEIJÃO-CAUPI

O feijão-caupi, conhecido como feijão-de-corda, feijão-macaça e feijão-de-praia, é uma *Dicotyledonea* pertencente à ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, subfamília *Faboideae*, tribo *Phaseoleae*, subtribo *Phaseolinae*, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, seção *Catiang*, espécie *Vigna Unguiculata* (L.) Walp (FREIRE FILHO et al., 2011).

Essa cultura caracteriza-se por apresentar alta plasticidade, ou seja, adapta-se muito bem às regiões de clima quente, úmido ou semiárido, desde o Norte (trópico úmido) ao Nordeste (trópico semiárido) (TEIXEIRA et al., 2006). Além disso, é uma espécie com alta precocidade, fixadora de nitrogênio, resistente a estresse hídrico, tornando-se uma cultura viável para agricultores familiares e empresariais, pois o seu mercado apresenta preços atrativos para o produtor e perspectivas importantes de expansão do consumo e do processamento industrial (ROCHA et al., 2009).

Em relação à composição nutricional, o feijão-caupi é rico em proteína e carboidratos, com alto teor de fibras alimentares, vitaminas e minerais (FROTA et al., 2008). Outrossim, é importante destacar que essa cultura apresenta baixo teor de lipídios (2%) (EMBRAPA MEIO NORTE, 2003). A partir da recomendação de ingestão diária (U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 2011), o feijão-caupi é um alimento rico em proteínas com o valor médio aproximado de 23% em 100g de sementes. Dessa forma, destaca-se como importante

componente alimentar das populações rurais e urbanas das regiões semiáridas do Nordeste brasileiro (CARDOSO; RIBEIRO, 2006).

Segundo Pereira et al. (2013), esses consideráveis fatores e especificidades para a qualidade proteica do caupi devem ser estudados, para a melhor inserção no mercado agrícola de genótipos de feijão-caupi que atendam à demanda de mercado de forma satisfatória. O maior teor proteico obtido por Pereira et al. (2013) foi de 26,18%, na cultivar BRS Aracê. Os dados de proteína são muito importantes, pois, além de agregar valor nutricional e financeiro ao produto, traz benefícios a uma determinada população que, em algumas vezes, tem nessa cultura a maior fonte alimentar de proteína.

2.3 POTENCIAL GENÉTICO DA CULTURA

O feijão-caupi tem amplo potencial que pode ser explorado no melhoramento genético. Apesar de já ter sido obtida em condições experimentais uma produtividade de grãos secos acima de $3t\ ha^{-1}$, espera-se que esse potencial supere as $6t\ ha^{-1}$ (FREIRE FILHO et al., 2005). A média de produtividade para feijão seco é de $300kg\ ha^{-1}$ (LEITE et al., 2009). Para feijão-verde, a média, segundo Rocha et al. (2007), varia de $896kg\ ha^{-1}$ a $2.775kg\ ha^{-1}$ em condições experimentais.

O programa de melhoramento genético de feijão-caupi liderado pela Embrapa Meio-Norte tem desenvolvido cultivares para atender às exigências dos pequenos, médios e grandes produtores (DAMASCENO-SILVA, 2009). Características como arquitetura de planta, qualidade de grãos e produtividade no melhoramento genético possibilitam a elaboração de genótipos importantes comercialmente, além do desenvolvimento de plantas com porte adequado à colheita mecânica; e isso incentiva o investimento de empresários para a produção da cultura em larga escala (FROTA et al., 2000). Nesse aspecto, desenvolvem-se cultivares que possuem porte de planta semiereto, com maturação de vagens mais uniformes e com inserção de vagens acima da folhagem (FREIRE FILHO et al., 2008). Esses atributos, de arquitetura de planta, crescimento, ciclo e porte, atualmente estão sendo requeridos tanto para o agricultor familiar como para o empresarial, uma vez que os mesmos, além de facilitarem a colheita manual e a mecânica, trazem aos produtores economias no processo do cultivo.

De acordo com Rocha et al. (2003), a análise de parâmetros genéticos, como herdabilidade, coeficiente de variação genético e correlação entre caracteres, é extremamente importante, visto que permite descobrir a variabilidade genética, o nível de expressão do componente genético das variáveis e se existe relação entre eles. Ademais, conforme Ramalho

et al. (1993), a herdabilidade permite a avaliação do crescimento genético expectável decorrente da seleção, mesmo antes de a mesma ocorrer, além de proporcionar meios de auxílio para o melhorista na possibilidade de condução do processo de seleção, como também na melhor opção do método de seleção mais eficiente.

Em relação à influência que um caráter exerce na expressão de outros caracteres, é importante que se tenha o conhecimento da associação entre os principais componentes morfoagronômicos da planta. No entanto, busca-se no melhoramento genético o aprimoramento de outras características da planta, não somente a melhoria de um caráter principal (CRUZ et al., 2004).

O melhoramento da cultura tem dado atenção não apenas a características morfoagronômicas relacionadas à produtividade de grãos, mas também a características físico-químicas, buscando-se um produto com uma melhor composição química e nutricional, com genótipos que apresentem aspectos importantes, tais como ciclo, arquitetura de planta e reações a doenças, bem como a qualidade das sementes produzidas que, no caso do caupi, pouco se conhece ainda (TEIXEIRA et al., 2010).

Para grãos secos e verdes, é importante que se tenham cultivares de ciclo curto, com arquitetura moderna (porte ereto, hábito de crescimento determinado) e adequada à colheita mecanizada (RODRIGUES et al., 2013). Para ambas as formas de comercialização, a escolha de cultivares adequadas volta-se àquelas que tenham características de grãos e vagens compatíveis com a exigência do mercado, sendo isso um ponto importante para a ascensão do cultivo (FREIRE FILHO et al., 2002).

Através da avaliação da adaptabilidade ambiental e da estabilidade produtiva de cultivares, pode ser medido o comportamento destas em vários locais, em um ou vários anos, fornecendo o grau de adaptabilidade geográfica, ou avaliando-se o comportamento de cultivares em um só local durante vários anos, o que indicará o grau de adaptabilidade diante das mudanças climáticas sazonais. Este último tipo de adaptabilidade é muito mais importante para o agricultor que o anterior, porquanto o que lhe interessa é a estabilidade da cultivar dentro de sua propriedade durante vários anos de cultivo (TORRES FILHO et al., 1987).

No Brasil, a produtividade de feijão-caupi média é bastante baixa, sendo em torno de 300kg ha⁻¹ (SANTOS et al., 2014), tornando-se, o melhoramento genético dessa cultura, o modo mais eficaz de se aumentar sua produtividade média, separando, através de ensaios de valor de cultivo e uso, genótipos de alta produção e adaptados às condições edafoclimáticas brasileiras (TORRES et al., 2015).

Diversos genótipos de feijão-caupi são avaliados anualmente nos programas de melhoramento genético, em distintos ambientes, antes de sua recomendação final e multiplicação (SANTOS et al., 2014). Visto que em muitas situações há interação entre genótipo e ambiente (G x E), o que atinge o ganho com a seleção, vê-se como importante estimar a grandeza e a natureza dessa interação (TORRES et al., 2015). A avaliação do impacto de seleção, através dessas estimativas, possibilita o alto grau de confiabilidade na recomendação de genótipos para um determinado local ou grupo de ambientes (ROSADO et al., 2012).

Diante disso, é fundamental a existência de cultivares de caupi em cada região do país adaptadas as suas respectivas condições ambientais, atendendo às exigências de cada localidade, estando aquelas disponíveis para o cultivo em cada ambiente.

2.4 FEIJÃO-CAUPI PARA GRÃOS VERDES

O feijão-caupi possui uma grande variabilidade genética que o torna versátil, sendo usado para várias finalidades e em diversos sistemas de produção, podendo ser comercializado como grãos secos (mercado principal), grãos imaturos (feijão fresco ou feijão-verde), farinha para acarajé e sementes (ANDRADE et al., 2010).

O feijão-verde corresponde ao estágio de desenvolvimento da planta em que as vagens se encontram próximas da maturação, quando elas param de acumular fotossintatos e iniciam o processo de desidratação natural. Os grãos, nesta fase, apresentam umidade em torno de 60 a 70% (SOUSA et al., 2015). Nesse estágio, os grãos possuem teores de fibras alimentares de 7,54g 100g⁻¹ e índice glicêmico de 46,88 (SALGADO et al., 2005). O grão verde é bastante utilizado na culinária da região Nordeste na forma de farofas e no típico baião-de-dois, prato oriundo do cozimento do arroz com o feijão-caupi, gerando um sabor bastante apreciado (KBATOUNIAN, 1994).

Através do intumescimento das vagens do caupi pode-se identificar o momento para a colheita, além da leve mudança de tonalidade, quer sejam de cor verde quer de cor roxa. Nesse ponto, o feijão é colhido, podendo ser consumido ou comercializado na forma de vagem ou de grãos debulhados (FREIRE FILHO et al., 2007). Entretanto, há diversos entraves a serem resolvidos na cascata produtiva do feijão-verde, uma vez que não se sabe o “ponto de colheita” exato, tendo sua representatividade prejudicada por um processo errôneo de colheita (ANDRADE, 2010), visto que, segundo Lima (2009), não se tem um

conhecimento adequado, por parte dos produtores, distribuidores e, especialmente, consumidores, sobre as características ideais da cultura para o consumo na forma de feijão-verde.

Vale ressaltar que a produção de feijão-verde é importante, visto ser fonte de emprego e renda, sendo ela desempenhada, basicamente, pela agricultura familiar, pois a comercialização dos grãos e das vagens frescos requer muito trabalho manual, principalmente na colheita e debulha, ocorrendo a negociação dos mesmos através de centros urbanos em feiras livres. Os grãos verdes, após embalados, também são vendidos em mercearias e supermercados (FREIRE FILHO et al., 2011). Ademais, além de ser um produto com preços atrativos, integra uma considerável opção de negócio, com possibilidade de avanços no processamento industrial do produto, como enlatamento, resfriamento e congelamento (ANDRADE et al., 2010).

Segundo Sousa et al. (2015), a comercialização do feijão-verde mostra-se importante para as regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste do país, sendo o cultivo de caupi-verde exercido principalmente pelo pequeno produtor, em sequeiro, para a produção de vagens e grãos através do baixo uso de tecnologia. Entretanto, tal cultivo, em condições de irrigação, tem aumentado, sendo utilizado por agricultores empresariais com um maior nível de tecnologia. Com isso, é importante a identificação de genótipos com boa resposta produtiva, tanto para o sistema de sequeiro como o irrigado (SILVA et al., 2013).

Em Sousa et al. (2015), avaliaram-se 16 genótipos (linhagens e cultivares) de feijão-caupi, selecionando-se aqueles com potencial para o mercado de vagem e grãos verdes em sistema de sequeiro e irrigação no ano de 2012. Foram obtidos resultados de produtividade de grãos verdes de 3.217kg ha⁻¹ e 3.322kg ha⁻¹; e de índice de grãos de 62% e 64% em sistema de sequeiro e irrigação, respectivamente. Esses são dados importantes, uma vez que essa cultura, submetida a um sistema de irrigação, demonstra melhores resultados para variáveis de produtividade que em sequeiro.

A partir da avaliação de oito cultivares em sistema irrigado, com adubação do solo, por Silva et al. (2013), obtiveram-se médias de produtividade de grãos verdes de 1353,23kg ha⁻¹ e índice de grãos de 50,35%, sendo estes valores inferiores aos encontrados por Andrade (2010), que foram de 2816,61kg ha⁻¹ e 54,69 %. Isso pode ter ocorrido em razão de altas temperaturas noturnas que foram observadas durante o experimento realizado por Silva et al. (2013), o que pode provocar macho esterilidade nas plantas de caupi, prejudicando sua produção.

Ainda não existem cultivares melhoradas e comercialmente lançadas para grãos verdes no mercado brasileiro, existindo apenas para grãos secos (SOUSA, 2013). A falta de cultivares adequadas a esse mercado proporciona perdas para o produtor, uma vez que muitas não apresentam características apropriadas para esse mercado (ROCHA, 2009). As cultivares de grãos secos que são mais utilizadas para a produção de grãos verdes são as de grãos brancos e as do tipo sempre-verde (FREIRE FILHO et al., 2002). Em Freire Filho et al. (2005), relata-se que existem no melhoramento genético do caupi diversos objetivos a curto e a médio prazos, dentre eles, a predominância da cor verde do grão, o que pode justificar a preferência pela coloração antes citada.

Diante disso, é importante que se façam estudos regionais visando selecionar genótipos superiores, tanto para cultivo como para uso, em programas de melhoramento genético. Com isso, devido ao caráter produtividade ser condicionado por muitos genes, Freire Filho (1988) sugeriu que a seleção seja feita também em função de outros componentes de produção.

Outrossim, a oferta de um produto padronizado com alta qualidade vem despertando o interesse de agroindústrias em outras regiões, o que contribui para a expansão de novos mercados para a cultura (FREIRE FILHO et al., 2011).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO, SOLO E CLIMA

Foram conduzidos dois experimentos em campo, sendo o primeiro experimento de 04 de março a 16 de maio de 2014 e o segundo de 13 de agosto a 24 de Outubro do mesmo ano, ambos na Horta Didática, no Departamento de Ciências Vegetais (DCV) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no município de Mossoró-RN, situado a 5°11' de latitude Sul, 37° 20' de longitude Oeste e com altitude 18m. O clima, de acordo com a classificação de Koppen, é BSwH (seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que vai geralmente de junho a janeiro; e uma chuvosa, de fevereiro a maio) temperatura média máxima entre 32,1 e 34,5°C e média mínima entre 21,3 e 23,7°C, sendo junho e julho os meses mais frios e a precipitação média anual em torno de 625mm (CARMO FILHO et al., 1991). O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2013). Os dados Climatológicos do período da execução dos experimentos são apresentados na figura 1:

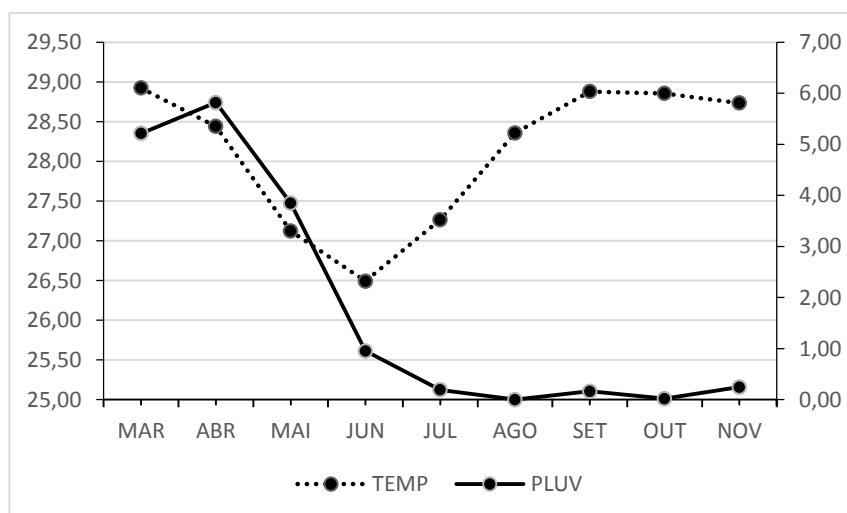


Figura 1 - Temperatura e pluviosidade média mensal a 1,0 m da superfície do solo da área experimental. Mossoró-RN, UFERSA, 2014. (Fonte: Estação meteorológica da UFERSA).

Antes da instalação de cada experimento, foram coletadas 10 amostras de solo a uma profundidade de 0,20m e avaliadas no Laboratório de Nutrição de Plantas, no Departamento de Ciências Vegetais (DCV), onde foram medidos pH, condutividade elétrica (CE), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e nitrogênio (N), obtendo os resultados presentes na tabela 1. Não foi feita adubação mineral nem orgânica, visando à simulação de cultivo realizada pelo agricultor familiar.

Tabela 1- Resultados da análise química de amostra do solo da área experimental dos experimentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

EXPERIMENTO	pH	CE	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	N
	(água)	µs/m	mg/dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³		g/kg
1	5,8	181,4	13,9	150,1	70,3	2,78	0,98	0,42
2	7,7	179,5	14,0	182,25	67,0	2,23	1,48	0,56

CE: condutividade elétrica; análises realizadas no Laboratório de Nutrição de Plantas, CPVSA-UFERSA.

Foram avaliados 23 genótipos de feijão-caupi, sendo 20 provenientes da Embrapa Meio-Norte e 3 testemunhas locais (Tabela 2). O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados com quatro repetições e 23 tratamentos, onde cada tratamento consistiu de um genótipo de feijão-caupi. O espaçamento entre fileiras foi de 0,80m e entre covas de 0,25m, sendo a parcela representada por quatro fileiras, onde as duas fileiras centrais representaram a parcela. Por ocasião do plantio, foram semeadas quatro sementes por cova, realizando-se o desbaste 15 dias após, permanecendo duas plantas por cova. Assim, a população trabalhada foi de 160 mil plantas por hectare.

Tabela 2 - Genótipos de feijão-caupi avaliados para a produção de grãos verdes nas condições do semiárido. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Nºtratamento*	Código da linhagem	Subclasse comercial	Porte da Planta	Ciclo	Crescimento
1	MNC00-586F-303-9	Verde	-	-	-
2	MNC00-595F-2	Verde	-	-	-
3	MNC00-595F-27	Verde	-	-	-
4	MNC05-835B-15	Verde	-	-	-
5	MNC05-835B-16	Verde	-	-	-
6	MNC05-841B-49	Verde	-	-	-
7	MNC05-847B-123	Verde	-	-	-
8	MNC05-847B	Verde	-	-	-
9	MNC99-541F-15	Branca	-	-	-
10	BRS Guariba	Branca	Semiereto	Precoce	Indeterminado
11	BRS Tumucumaque	Branca	Semiereto	Precoce	Indeterminado
12	BRS Xiquexique	Branca	Semiprostrado	Precoce	Indeterminado
13	Paulistinha	Canapu	-	-	-
14	Vagem Roxa-THE1	Branca	-	-	-
15	Azulão-MS1	Azulão	-	-	-
16	Sempre verde -CE1	Sempre-verde	-	-	-

17	BRS Aracê	Verde	Semi-prostrado	Precoce	Indeterminado
18	Pingo-de-ouro-1-2	Canapu	-	-	-
19	MNC02-701F-2	Branco	-	-	-
20	MNC99-510F-16-1	Sempre-verde	-	-	-
21	São Miguel	Marrom	-	-	-
22	Felipe Guerra	Verde	-	-	-
23	Sd Matos	Marrom	-	-	-

*tratamentos 1 a 20: genótipos provenientes da Embrapa Meio-Norte; 21 a 23: genótipos regionais

Ambos os experimentos foram irrigados utilizando-se o sistema de irrigação por gotejamento, sendo realizada a capina sempre que necessário. Enquanto a cultura era conduzida em campo, foram avaliadas as seguintes características:

- Número de Dias para Floração (NDF): Corresponde à contagem de dias desde o plantio até a floração de 50% de plantas em cada parcela;
- Número de Dias para a Maturação de Vagens Verdes (NDMVV): Contagem de dias do número de dias para floração (NDF) até o aparecimento das primeiras vagens verdes em maturação fisiológica;
- Acamamento (ACAM): medido um pouco antes da colheita, considerando-se a ausência ou presença de plantas acamadas ou com o ramo principal quebrado. Tal pode ser mensurado através de uma escala de notas estabelecida pela Embrapa Meio-Norte, variando de 1 (nenhuma planta acamada ou com o ramo principal quebrado) a 5 (acima de 20% das plantas acamadas ou com o ramo principal quebrado);
- Porte de Planta (PP): mensurado em campo através de uma escala de nota estabelecida pela Embrapa Meio-Norte, variando de 1 tipo ereto (ramo principal e secundários curtos, com a inserção dos ramos secundários formando um ângulo agudo com o ramo principal) a 4 tipo prostrado (ramos principais e secundários longos, com os ramos secundários inferiores tocando o solo e apresentando tendência para se apoiarem em suportes verticais).

Aqui, quando as vagens apresentaram características compatíveis com o ponto de colheita para produção de grãos verdes, iniciou-se a colheita de forma manual. Após a colheita, as vagens foram encaminhadas aos laboratórios de Preparo de Amostras e Recursos Genéticos Vegetais, do DCV, onde foram avaliadas as seguintes características:

- Comprimento de Vagens Verdes (CVV): mensurado em 10 vagens verdes colhidas aleatoriamente em cada parcela útil, com auxílio de régua graduada e expresso em centímetros;
- Massa de Vagens Verdes (MVV): mensurada em 10 vagens verdes selecionadas aleatoriamente, utilizando-se uma balança semianalítica expressa em centímetro;

- Número Médio de Grãos Verdes (NGV): média obtida da contagem de grãos de 10 vagens selecionadas aleatoriamente na parcela útil;
- Massa de Grãos Verdes (MGV): massa de grãos de dez vagens verdes selecionadas aleatoriamente na parcela útil;
- Índice de Grãos Verdes (IGV): Calculado a partir da massa dos grãos de 10 Vagens dividida pelo massa das 10 vagens, multiplicando-se por 100 $[(MGV/MVV)*100]$, expressando-se em porcentagem.

Já as análises de qualidade foram feitas nos laboratórios de Pós-colheita e de Nutrição de Plantas da UFERSA. Os grãos verdes foram processados utilizando-se o processador funkitchen modelo SS-1080, sendo obtido o suco do mesmo para a análise de pH, Sólidos Solúveis, Clorofila Total, Carotenoides Totais e Proteína Total.

- Análise de pH: utilizou-se o suco obtido através do processamento dos grãos verdes de cada tratamento para medir o pH, a partir do pHmetro tecnocon modelo mPA- 210, com compensação automática de temperatura, padronizando-se com soluções tampão pH 7,0 e pH 4,0, conforme orientações dos métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2005);
- Clorofila Total (CLT) e Carotenoides Totais (CAR): massa de 0,1 grama da amostra do suco do feijão-verde de cada tratamento em tubo de ensaio rosqueado com 10ml de acetona a 80% por 24 horas em câmara fria, envolto por papel alumínio ao abrigo de luz. Após isso, foi feita a leitura no espectrofotômetro para a medição da CLT e CAR pelos comprimentos de onda 652 e 470, respectivamente, sendo medidas em mg. g^{-1} (BARBOSA et al., 2008);
- Sólidos Solúveis (SS): foram determinados em duplicata, a partir do suco homogeneizado, através de leitura em refratômetro digital (modelo PR – 100, Palette, AtagoCo, LTD., Japan), com compensação automática de temperatura. Os resultados foram medidos em % ($^{\circ}\text{Brix}$), de acordo com a metodologia proposta pela *Association of Official Analytical Chemists* (2002);
- Proteína Total (PT%): utilizando o método Kjeldahl, com uso dos grãos verdes das 10 vagens, colocados em estufa de renovação e circulação de ar tecnal TE-394/3 até massa constante para a retirada da umidade, após o que os grãos foram moídos em Moinho MA 048, do fabricante Marconi, para então ser utilizado o pó formado para a análise pelo método de Kjeldahl, como descrito por Silva e Queiroz (2002).

3.2 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

3.2.1 Estimação de parâmetros genéticos via modelos mistos

Os parâmetros genéticos foram estimados utilizando-se a metodologia modelos mistos REML/BLUP. A análise estatística foi realizada conforme o modelo estatístico 54 do software SELEGEN-REML/BLUP (RESENDE, 2007). O referido modelo corresponde a $y = Xb + Zg + Wc + e$, em que y , b , g , c , e correspondem, respectivamente, aos vetores de dados, de efeitos fixos (médias de blocos através dos ambientes), de efeitos dos genótipos (aleatórios), de efeitos da interação genótipo x ambiente (aleatórios) e de erros aleatórios; enquanto X , Z e W são as matrizes de incidência para b , g e c , respectivamente.

As distribuições e estruturas de médias (E) e variâncias (Var) assumidas foram as seguintes:

$$E \begin{bmatrix} y \\ g \\ c \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \text{Var} \begin{bmatrix} g \\ c \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I\sigma_g^2 & 0 & 0 \\ 0 & I\sigma_c^2 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

O ajuste do modelo foi obtido a partir das equações de modelo misto:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z & X'W \\ Z'X & Z'Z + I\lambda_1 & Z'W \\ W'X & W'Z & W'W + I\lambda_2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{g} \\ \hat{c} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \\ W'y \end{bmatrix}$$

Onde $\lambda_1 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_g^2} = \frac{1 - h_g^2 - c^2}{h_g^2}$, em que: $h_g^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_c^2 + \sigma_e^2}$ corresponde à herdabilidade individual no sentido amplo no bloco; $c^2 = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_g^2 + \sigma_c^2 + \sigma_e^2}$ corresponde ao coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipo x ambiente; σ_g^2 é a variância genotípica entre genótipos do Caupi; σ_c^2 é a variância da interação genótipo x ambiente; σ_e^2 é a variância residual entre parcelas; $r_{gloc} = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_g^2 + \sigma_c^2} = \frac{h_g^2}{h_g^2 + c^2}$ corresponde à correlação genotípica dos genótipos através dos ambientes.

Os estimadores iterativos dos componentes de variância por REML, via algoritmo EM, são: $\hat{\sigma}_e^2 = \frac{[y'y - \hat{b}'X'y - \hat{g}'Z'y - \hat{c}'W'y]}{[N - r(x)]}$, $\hat{\sigma}_g^2 = \frac{[\hat{g}'g + \hat{\sigma}_e^2 \text{tr}C^{22}]}{q}$, $\hat{\sigma}_c^2 = \frac{[\hat{c}'c + \hat{\sigma}_e^2 \text{tr}C^{33}]}{s}$, em que C^{22}

e C^{33} advêm de $C^{-1} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{21} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} C^{11} & C^{12} & C^{13} \\ C^{21} & C^{22} & C^{23} \\ C^{31} & C^{32} & C^{33} \end{bmatrix}$, sendo C a matriz de coeficientes das equações de modelo misto; tr o operador traço matricial; $r(x)$ o posto da matriz X ; N , q e s , número total de dados, número de genótipos e número de combinações genótipo x ambiente, respectivamente.

Por meio desse modelo, foram obtidos os preditores BLUP empíricos dos valores genotípicos livres da interação, dados por $\hat{\mu} + \hat{g}_i$, em que $\hat{\mu}$ é a média de todos os ambientes e \hat{g}_i é o efeito genotípico livre da interação genótipo x ambiente. Para cada ambiente j, os valores genotípicos são preditos por $\hat{\mu} + \hat{g}_i + \hat{g}e_{ij}$, em que $\hat{\mu}_j$ é a média do ambiente j, \hat{g}_i é o efeito genotípico e $\hat{g}e_{ij}$ é o efeito da interação genótipo x ambiente concernente ao genótipo i.

A significância dos efeitos do modelo foi estimada pela análise de deviance, conforme recomendações de Resende (2007a). As deviances foram obtidas por meio de análises com e sem os efeitos de g e ga. Em seguida, subtraiu-se de cada deviance do modelo completo a deviance sem o referido efeito, confrontando-o com o valor do Qui-quadrado com um grau de liberdade, a 1% e 5% de probabilidade. Matematicamente:

$$LRT = -2 \ln \left(\frac{MV \text{ do modelo reduzido}}{MV \text{ do modelo completo}} \right)$$

Assim, ln é o logaritmo neperiano e MV é máxima verossimilhança, observando-se que as análises foram realizadas com o aplicativo SELEGEN REML/BLUP (RESENDE, 2007b).

3.2.2 Divergência genética

Foram utilizadas as estimativas de $(\hat{\mu} + \hat{g})$ obtidas na análise descrita no item 3.2.1 para o cálculo da distância euclidiana entre cada par de genótipo. O agrupamento dos genótipos foi realizado pelo método hierárquico das médias das distâncias (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean* - UPGMA). Estimou-se a correlação cofenética entre a matriz original e a matriz resultante do agrupamento UPGMA. A contribuição de cada variável para a divergência foi estimada pelo método de Singh (1981). Todas as análises foram realizadas pelo programa estatístico GENES (CRUZ, 2013).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A acurácia Genética (A_{GEN}) é um parâmetro que está relacionado com a qualidade experimental e, portanto, com a segurança e a credibilidade da seleção de genótipos superiores em relação aos caracteres analisados. Dentre os caracteres avaliados, o Comprimento de Vagens Verdes, Porte de Planta, Número de Dias para Floração, Produtividade de Vagens Verdes, Produtividade de Grãos Verdes e Massa de Vagens Verdes, tiveram valores de 0,73, 0,63, 0,66, 0,61, 0,67 e 0,57, respectivamente. Esses valores são altos, conferindo segurança acerca da seleção de genótipos avaliados diante dessas variáveis. Apenas o número de dias para maturação de vagens verdes e o acamamento apresentaram valores baixos de 0,30 e 0,42, respectivamente (Tabela 3).

As variâncias genotípicas observadas nas duas épocas para as características Massa de Vagem Verde e Produtividade de Vagem Verde nos 23 genótipos foram, respectivamente, de 25,26, 2,48 (Tabela 3), mostrando uma média variabilidade genética, entre os genótipos para esses caracteres, o que não foi observado nas demais variáveis, onde a variância genotípica mostrou-se baixa para elas.

A herdabilidade média do genótipo (h^2_m) apresentou valores relevantes para as variáveis Comprimento de Vagens Verdes, Produtividade de Grãos Verdes e Número de Dias para Floração (53,45, 44,60 e 43,15, respectivamente), expondo que estas características sofreram pouca influência do ambiente nas duas épocas de plantio, em relação aos 23 genótipos, evidenciando a presença de um alto potencial genético.

Tabela 3 - Estimativas de componentes de variância de efeito e parâmetros genéticos dos caracteres CVV (Comprimento de Vagens Verdes), PP (Porte de Planta), NDF (Número de Dias para Floração), NDMVV (Número de Dias para a Maturação de Vagens Verdes), ACAM (Acamamento), PVV (Produtividade de Vagem Verde), PGV (Produtividade de Grãos Verdes), MVV (Massa de Vagens Verdes) de 23 genótipos de feijão-caupi em duas épocas de plantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Efeito/Parâmetros	Caracteres							
	CVV	PP	NDF	NDMVV	ACAM	PVV	PGV	MVV
A_{GEN}	0,73	0,63	0,66	0,30	0,42	0,61	0,67	0,57
V_{FEN}	5,00	0,66	8,77	3,35	1,17	22,94	0,33	279,06
V_{GEN}	0,71	0,06	0,88	0,05	0,03	2,48	0,03	25,26
V_{GA}	0,23	0,05	0,48	0,12	0,02	4,33	0,02	57,96
V_E (Resíduo)	4,06	0,56	7,40	3,18	1,11	16,14	0,28	195,85
h^2_m (%)	53,45	39,21	43,15	9,3	17,81	37,18	44,60	32,09
CV_g (%)	4,21	10,84	2,10	2,24	7,40	34,00	26,65	5,76
CV_e (%)	10,06	33,11	6,09	17,83	45,02	87,50	81,41	16,04
CV_r	0,42	0,33	0,34	0,13	0,16	0,39	0,33	0,36
$r_{gloc(12)}$	0,76	0,57	0,65	0,28	0,56	0,36	0,65	0,30
μ	20,03	2,26	44,67	10,00	2,34	4,95	0,65	87,23

V_{FEN} : variância fenotípica; V_{GEN} : variância genotípica; V_{GA} : variância da interação genótipos x ambiente; V_E : variância residual; h^2_m : herdabilidade média; A_{GEN} : acurácia seletiva; CV_g : coeficiente de variação genético; CV_e : coeficiente de variação residual; CV_r : coeficiente de variação relativa ($CV_r = CV_g/CV_e$); r_{gloc} (correlação genotípica através do ambiente); μ : média geral.

A correlação genotípica através do ambiente (r_{gloc}) indica a confiabilidade de quão constante será o “ranqueamento” dos genótipos de feijão-caupi na medição dos ambientes testados. As variáveis Número de Dias para Maturação de Vagens Verdes, Produtividade de

Vagens Verdes, Massa de 10 Vagens Verdes, exibiram valores abaixo de 0,50, o que pode indicar que o comportamento do genótipo não se manteve o mesmo com a mudança da época. No entanto, para as variáveis Comprimento de Vagens Verdes, Porte de Planta, Número de Dias para Floração, Acamamento e Produtividade de Grãos Verdes, exibiram valores acima de 0,50, com destaque para a variável Comprimento de Vagens Verdes, com coeficiente de 0,76, valor esse superior, indicando que o desempenho dos genótipos se mantiveram com a mudança da época para aquelas variáveis.

Santos et al. (2014) utilizaram 20 genótipos para a análise da variável Produtividade de Grãos, onde a variância genotípica, a herdabilidade, a acurácia genética e a correlação genotípica através do ambiente foram de, 9,23, 68 %, 82% e 0,48, respectivamente. Esses valores foram superiores aos obtidos na presente pesquisa. Naquele trabalho, utilizaram-se grãos secos, uma vez que não há trabalhos que utilizem a medição desses parâmetros para grãos verdes.

Tabela 4 – Estimativas de componentes de variância e efeito e parâmetros genéticos para NG (Número de Grãos), MGV (Massa de Grãos Verdes), IGV (Índice de Grãos Verdes), PH (Potencial Hidrogeniônico), SS (Sólidos Solúveis), CLT (Clorofila Total), CAR (Carotenoides), PT (Proteína Total) de 23 genótipos de feijão-caupi em duas épocas de plantio. Mossoró-RN, UFRSA, 2014.

Efeito/Parâmetros	Caracteres							
	NG	MGV	IGV	pH	SS	CLT	CAR	PT
A_{GEN}	0,51	0,13	0,64	0,16	0,82	0,70	0,65	0,17
V_{FEN}	976,10	1033,76	210,04	0,56	20,69	0,22	0,47	374,31
V_{GEN}	44,19	2,45	18,39	0,01	6,05	0,04	0,09	1,52
V_{GA}	30,02	11,32	5,43	0,41	2,92	0,06	0,16	4,53
V_E (Resíduo)	901,89	1019,99	186,22	0,14	11,72	0,12	0,23	368,26
h_m^2 (%)	25,70	1,80	41,42	2,64	66,62	48,84	42,65	3,04
CV_g (%)	5,27	3,31	8,1	1,49	8,83	20,98	19,28	4,43
CV_e (%)	23,81	67,61	26,05	5,59	12,29	34,35	31,31	68,98
CV_r	0,22	0,05	0,31	0,27	0,72	0,61	0,62	0,06
r_{gloc}	0,60	0,18	0,77	0,16	0,67	0,43	0,35	0,25
μ	126,14	47,24	52,38	6,69	27,85	1,00	1,52	27,82

V_{FEN} : variância fenotípica; V_{GEN} : variância genotípica; V_{GA} : variância da interação genótipos x ambiente; V_E : variância residual; h_m^2 : herdabilidade média; A_{GEN} : acurácia seletiva; CV_g : coeficiente de variação genético;

CV_e : coeficiente de variação residual; CV_r : coeficiente de variação relativa ($CV_r = CV_g/CV_e$); r_{gloc} (correlação genotípica através do ambiente); μ : média geral.

A acurácia genética (A_{GEN}) apresentou melhores resultados para as características Índice de Grãos (0,64), Sólido Solúveis (0,82), Clorofila Total (0,70), Carotenoides Totais (0,65).

Para o parâmetro da variância genotípica (V_{gen}), constatou-se pouca variabilidade genética nas duas épocas em que os 23 genótipos foram submetidos (Tabela 4), exceto para os caracteres Número de Grãos Verdes e Índice de Grãos, que exibiram valores genéticos de 44,19 e 18,39, respectivamente, presentes nos genótipos avaliados nas duas épocas.

A herdabilidade média do genótipo (h^2_m) foi alta em quase todos os caracteres, exceto para as variáveis Número de Grãos, Peso de Grãos, pH e Proteína Total (25,70, 1,80, 2,64 e 3,04, respectivamente). Para essas características, a herdabilidade foi baixa, ou seja, pode ter havido influência do ambiente no comportamento dos 23 genótipos com a mudança da época. Já a característica Sólidos Solúveis (66,62) apresentou o maior valor de herdabilidade em relação aos demais caracteres, exercendo, o ambiente, um menor efeito na expressão desse caráter nas duas épocas sobre os genótipos avaliados (Tabela 4).

Para o r_{gloc} , as características Índice de Grãos (0,77), Número de Grãos Verdes (0,60) e Sólidos Solúveis (0,67), os genótipos avaliados mantiveram os mesmos comportamentos nas duas épocas em que foi realizado o experimento; enquanto que os caracteres Massa de Grãos Verdes, pH, Clorofila Total, Carotenoides Totais e Proteína Total exibiram valores abaixo de 0,50, sendo os menores valores para Massa de Grãos Verdes e Proteína Total (Tabela 4).

Tabela 5 – Estimativas dos valores genotípicos dos caracteres Comprimento de Vagem (CVG) e Porte de Planta (PP) de 23 genótipos de caupi para duas épocas e para o ambiente médio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Genótipo	CVG (cm)			PP		
	$\hat{\mu}_1 + \hat{g} + \hat{g}e$	$\hat{\mu}_2 + \hat{g} + \hat{g}e$	$\hat{\mu} + \hat{g}$	$\hat{\mu}_1 + \hat{g} + \hat{g}e$	$\hat{\mu}_2 + \hat{g} + \hat{g}e$	$\hat{\mu} + \hat{g}$
MNC00-586F-303-9	20,75	18,83	19,82	2,10	2,00	2,11
MNC00-595F-2	20,65	18,91	19,82	2,12	2,26	2,21
MNC00-595F-27	20,97	19,56	20,23	2,39	2,53	2,40
MNC05-835B-15	20,92	19,76	20,30	2,58	2,60	2,50
MNC05-835B-16	20,53	18,92	19,77	2,18	2,20	2,21
MNC05-841B-49	19,76	18,06	19,07	2,02	2,22	2,16
MNC05-847B-123	20,45	19,24	19,87	2,12	2,26	2,21
MNC05-847B	19,79	18,39	19,22	2,34	2,17	2,26
MNC99-541F-15	20,50	18,96	19,77	2,34	2,17	2,26
BRS Guariba	20,12	18,64	19,47	2,07	1,90	2,06
BRS Tumucumaque	22,10	20,39	21,08	2,04	2,06	2,11
BRS Xiquexique	20,97	19,47	20,20	2,49	2,57	2,45
Paulistinha	21,32	19,73	20,46	2,09	2,42	2,26
Vagem Roxa-THE1	20,88	19,37	20,11	2,29	2,49	2,35
Azulão-MS1	21,62	19,56	20,51	2,05	2,32	2,21
Sempre-verde –CE1	23,20	20,81	21,74	1,75	1,95	1,96
BRS Aracê	20,22	19,01	19,67	2,60	2,86	2,60
Pingo-de-ouro-1-2	20,29	18,64	19,54	1,92	2,19	2,11
MNC02-701F-2	20,74	19,13	19,95	2,39	2,53	2,40
MNC99-510F-16-1	21,51	20,15	20,72	2,18	2,20	2,21

São Miguel*	20,60	19,17	19,90	2,05	2,32	2,21
Felipe Guerra*	20,98	19,55	20,24	2,39	2,53	2,40
Sd Matos*	19,91	18,43	19,29	2,29	2,49	2,35
Média Geral	20,86	19,28	20,07	2,20	2,30	2,25
Média testemunhas	20,50	19,05	19,81	2,24	2,45	2,32

*testemunhas; μ_1 e μ_2 : médias dos ambientes 1 e 2; \hat{g} : efeito genotípico no ambiente; \hat{g}_e : efeito do ambiente.

As estimativas dos valores genéticos para os caracteres Comprimento de Vagens Verdes (Tabela 5) na primeira época foi de 20,86cm para os 20 genótipos provenientes da Embrapa Meio Norte e 20,50cm para as testemunhas locais, diferentemente da segunda época, em que os valores das médias, para ambos, foram de 19,28cm e 19,05cm, respectivamente. Em relação às duas épocas do experimento, todos os genótipos mostraram-se com melhores desempenhos para essa variável.

Os valores para as médias isentando a influência do ambiente ($\mu + \hat{g}$) variaram de 19,07cm (MNC05-841B-49) e 21,74cm (Sempre-Verde CE1). O Comprimento de Vagens Verdes teve melhor média na primeira época (20,86). Outros valores foram observados por Sousa et al. (2015), que obtiveram média próxima ao valor obtido no presente ensaio (22,00), destacando-se a cultivar sempre-verde-CE1 em ambos os trabalhos, frente aos demais genótipos avaliados (Tabela 5). Esses valores de comprimento de vagens são ideias, uma vez que o mercado de feijão-verde tem preferência por vagens grandes e atrativas, com tamanho acima de 18,00cm (FREIRE FILHO et al., 2005).

Para o caráter Porte de Planta, as médias ($\mu + \hat{g}$) variaram entre 1,96 (sempre-verde-CE1) e 2,60 (BRS Aracê), com média geral de 2,25 para os genótipos provenientes da Embrapa Meio Norte e 2,32 para as testemunhas. Através dos diversos valores obtidos para cada genótipo avaliado, em relação a este caractere, é possível realizar uma subdivisão em dois grupos distintos.

Diante disso e a partir da escala de notas proveniente da Embrapa Meio-Norte para a análise dessa variável, tem-se que o Grupo A compreende cerca de 20 genótipos com porte mais ereto e o grupo B com 3 genótipos com porte mais prostrado (MNC05-835B-15, BRS Xiquexique e BRS Aracê, 2,50, 2,45, 2,60, respectivamente), como pode ser visto na tabela 5.

Tabela 6 - Estimativas dos valores genotípicos dos caracteres Número de Dias para Floração (NDF) e Número de Dias para Maturação de Vagens Verdes (NDMVV) de 23 genótipos de caupi para duas épocas e para o ambiente médio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Genótipo	NDF			NDMVV		
	$\hat{\mu}_1 + \hat{g} + \hat{ge}$	$\hat{\mu}_2 + \hat{g} + \hat{ge}$	$\hat{\mu} + \hat{g}$	$\hat{\mu}_1 + \hat{g} + \hat{ge}$	$\hat{\mu}_2 + \hat{g} + \hat{ge}$	$\hat{\mu} + \hat{g}$
MNC00-586F-303-9	41,43	46,81	46,10	13,04	6,91	9,99
MNC00-595F-2	42,31	47,94	45,57	13,26	6,96	10,05
MNC00-595F-27	41,64	46,96	45,40	13,12	6,89	10,00
MNC05-835B-15	41,41	46,78	45,19	13,19	6,50	9,93
MNC05-835B-16	41,75	47,68	45,08	13,16	6,90	10,02
MNC05-841B-49	42,21	48,04	45,03	13,31	7,18	10,11
MNC05-847B-123	41,67	47,35	45,03	13,08	6,72	9,96
MNC05-847B	41,41	46,78	44,97	13,23	7,04	10,06
MNC99-541F-15	42,41	47,98	44,86	13,16	7,06	10,05
BRS Guariba	41,67	47,35	44,83	13,20	6,91	10,03
BRS Tumucumaque	40,30	45,15	44,70	13,06	6,84	9,98
BRS Xiquexique	41,30	46,21	44,54	12,96	6,89	9,97
Paulistinha	42,23	48,42	44,54	13,18	6,82	10,00
Vagem Roxa-THE1	42,08	47,76	44,54	13,01	6,94	9,99
Azulão-MS1	42,46	48,75	44,38	13,35	7,19	10,12
Sempre-verde -CE1	42,15	47,59	44,38	12,96	7,10	10,02
BRS Aracê	41,32	46,74	44,27	13,54	7,15	10,16
Pingo-de-ouro-1-2	42,08	46,93	44,24	12,90	7,00	9,98
MNC02-701F-2	42,84	48,78	44,22	12,90	6,83	9,94
MNC99-510F-16-1	42,68	47,43	44,22	12,87	6,87	9,95
São Miguel*	43,32	49,67	44,16	12,85	6,78	9,92
Felipe Guerra*	41,59	47,01	43,95	12,85	6,62	9,89

Sd Matos*	41,51	46,82	43,14	13,06	6,84	9,98
Média Geral	41,87	47,37	44,80	13,12	6,94	10,02
Média testemunhas	42,14	47,83	43,75	12,92	6,75	9,93

*testemunhas; μ_1 e μ_2 : médias dos ambientes 1 e 2; \hat{g} : efeito genotípico no ambiente; \hat{g}_e : efeito do ambiente.

O caráter Número de Dias para Floração apresentou valores que variaram de 43,14 da testemunha Sd Matos a 46,10 da linhagem MNC008-586F-303-9, com médias gerais de 44,80 e 43,75 dias para os demais genótipos e testemunhas, respectivamente (Tabela 6). A partir desses dados, é possível distinguir dois grupos: um compreendendo as linhagens MNC008-586F-303-9, MNC00-595F-2, MNC00-595F-27, com médias respectivas de 46,10, 45,57 e 45,40 dias, sendo esses genótipos os de maiores valores, conferindo-se aos mesmos um período de floração mais tardio; e um segundo, com os demais genótipos, com início de floração mais precoce. Sousa et al. (2013) obtiveram uma média de 43,4 dias, semelhante aos valores obtidos neste trabalho.

O Número de Dias para Maturação de Vargens Verdes variou de 9,89 da linhagem MNC05-835B-15 e 10,16 da cultivar BRS Aracê, com média geral, para os 20 primeiros genótipos, de 10,02, sendo os genótipos MNC05-835B-15 (9,93) e Felipe Guerra (9,89) os mais precoces. Na segunda época, o Número de Dias para Floração foi mais tardio quando comparado ao caráter Número de Dias para Maturação, que foi mais precoce nessa época. Isso pode ter sido decorrente de baixa pluviosidade e altas temperaturas, que é característico do segundo semestre do ano, como pode ser visto na figura 1.

Segundo Freire Filho (2005), a precocidade em feijão-caupi é muito importante para os produtores que se utilizam de sistema irrigado para o cultivo dessa cultura, visto que menor o tempo no campo da cultura, menor o consumo de água e energia, além de chegar mais rapidamente o produto ao consumidor.

Esse amadurecimento precoce sugere uma melhor e mais rápida colheita na segunda época do ano. Assim, constata-se que, nas duas épocas, as testemunhas tiveram um comportamento mais precoce de Maturação de Vagens Verdes que os demais genótipos, com valor geral de 9,93 (Tabela 6).

Tabela 7 – Estimativas dos valores genotípicos dos caracteres Acamamento (ACAM) e Produtividade de Vagens Verdes (PVV) de 23 genótipos de caupi para duas épocas e para o ambiente médio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Genótipo	ACAM			PVV (t/ha)		
	$\hat{\mu}_1 + \hat{g} + \hat{ge}$	$\hat{\mu}_2 + \hat{g} + \hat{ge}$	$\hat{\mu} + \hat{g}$	$\hat{\mu}_1 + \hat{g} + \hat{ge}$	$\hat{\mu}_2 + \hat{g} + \hat{ge}$	$\hat{\mu} + \hat{g}$
MNC00-586F-303-9	2,66	1,76	2,25	3,39	8,64	5,52
MNC00-595F-2	2,59	1,81	2,24	4,37	6,66	5,25
MNC00-595F-27	2,71	1,88	2,31	3,33	8,07	5,35
MNC05-835B-15	2,92	2,23	2,51	4,65	7,03	5,42
MNC05-835B-16	2,90	2,06	2,44	2,94	7,16	5,00
MNC05-841B-49	2,80	1,92	2,35	2,55	9,10	5,41
MNC05-847B-123	2,79	1,98	2,38	2,50	5,45	4,43
MNC05-847B	2,67	1,79	2,26	2,62	5,65	4,51
MNC99-541F-15	2,69	1,83	2,29	2,28	6,71	4,71
BRS Guariba	2,73	1,79	2,29	3,28	9,58	5,74
BRS Tumucumaque	2,57	1,71	2,20	2,97	9,11	5,53
BRS Xiquexique	2,85	2,17	2,47	6,11	16,13	8,24
Paulistinha	2,78	1,81	2,31	1,52	4,59	3,94
Vagem Roxa-THE1	2,84	1,94	2,38	2,27	4,62	4,15
Azulão-MS1	2,84	2,00	2,40	1,23	4,36	3,80
Sempre verde –CE1	2,77	1,87	2,33	1,40	4,88	3,98
BRS Aracê	2,80	1,92	2,35	3,39	9,93	5,86
Pingo-de-ouro-1-2	2,75	1,90	2,33	2,11	4,31	4,02
MNC02-701F-2	2,84	2,00	2,40	2,31	7,63	4,96
MNC99-510F-16-1	2,86	2,04	2,42	3,45	3,67	4,21
São Miguel*	2,79	1,98	2,38	2,05	5,12	4,22

Felipe Guerra*	2,86	2,04	2,42	3,82	5,95	4,92
Sd Matos*	2,75	1,90	2,33	2,79	5,94	4,64
Média Geral	2,77	1,92	2,35	2,93	7,16	5,00
Média testemunhas	2,80	1,97	2,38	2,89	5,67	4,60

*testemunhas; μ_1 e μ_2 : médias dos ambientes 1 e 2; \hat{g} : efeito genotípico no ambiente; \hat{g}_e : efeito do ambiente.

Na tabela 7, encontram-se as estimativas para Acamamento e Produtividade de Vagens Verdes.

O caráter Acamamento variou de 2,20 (BRS Tumucumaque) a 2,51 (MNC05-835B-15), com média geral de 2,35 para os genótipos provenientes da Embrapa e 2,38 para as testemunhas, verificando-se baixo Acamamento.

O caráter Produtividade de Vagens Verdes variou de 3,80t ha⁻¹ (Azulão-MS) a 8,24t ha⁻¹ (BRS Xiquexique), com média geral de 5,00t ha⁻¹, sendo esta média superior à obtida em Sousa et al. (2015), onde se obteve média geral de 3,76t ha⁻¹, em que a cultivar e a linhagem de melhor resultado, dentre as analisadas, foram a BRS Guariba (4,05t ha⁻¹) e a MNC05-847B-123 (4,25). A linhagem MNC05-835B-15 (5,42t ha⁻¹) e a cultivar BRS xiquexique (8,24t ha⁻¹) destacaram-se para aquela variável (Tabela 7). Para esses genótipos, em Sousa et al. (2015), obtiveram-se valores de 3,98t ha⁻¹ e 3,42t ha⁻¹, respectivamente, valores mais baixos que o presente ensaio, onde esses genótipos demonstraram um menor desempenho para a variável Produtividade de Vagens Verdes, nas condições ambientais a que foram submetidos em seu trabalho.

Esses valores são importantes para o melhoramento genético da cultura, visto que, segundo Sousa et al. (2013) e Rocha et al. (2009), não existem cultivares melhoradas e comercialmente lançadas para grãos verdes no mercado brasileiro, apenas para grãos secos; e a falta de cultivares adequadas a esse mercado indica perdas para o produtor, uma vez que muitas não apresentam características adequadas de mercado.

Tabela 8 – Estimativa do valor genotípico do caráter Produtividade de Grãos Verdes (PGV) de 23 genótipos de caupi para duas épocas e para o ambiente médio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Genótipo	PGV (t ha ⁻¹)		
	$\hat{\mu}_1 + \hat{g} + \hat{g}e$	$\hat{\mu}_2 + \hat{g} + \hat{g}e$	$\hat{\mu} + \hat{g}$
MNC00-586F-303-9	0,76	0,79	0,75
MNC00-595F-2	0,74	0,99	0,82
MNC00-595F-27	0,74	0,86	0,77
MNC05-835B-15	0,66	0,95	0,77
MNC05-835B-16	0,62	0,77	0,68
MNC05-841B-49	0,68	0,64	0,66
MNC05-847B-123	0,65	0,72	0,68
MNC05-847B	0,51	0,66	0,60
MNC99-541F-15	0,51	0,54	0,55
BRS Guariba	0,76	0,80	0,75
BRS Tumucumaque	0,63	0,65	0,64
BRS Xiquexique	1,12	1,03	0,98
Paulistinha	0,45	0,51	0,51
Vagem Roxa-THE1	0,38	0,50	0,49
Azulão-MS1	0,41	0,45	0,48
Sempre verde –CE1	0,42	0,46	0,48
BRS Aracê	0,73	0,88	0,77
Pingo-de-ouro-1-2	0,47	0,61	0,56
MNC02-701F-2	0,56	0,55	0,58
MNC99-510F-16-1	0,51	0,71	0,62
São Miguel*	0,48	0,54	0,54
Felipe Guerra*	0,52	0,63	0,59

Sd Matos*	0,52	0,72	0,63
Média Geral	0,62	0,70	0,65
Média testemunha	0,51	0,63	0,59

*testemunhas; μ_1 e μ_2 : médias dos ambientes 1 e 2; \hat{g} : efeito genotípico no ambiente; \hat{g}_e : efeito do ambiente.

Na tabela 8, o caráter Produtividade de Grãos Verdes, a linhagem MNC00-595F-2 (0,82t ha⁻¹) e a cultivar BRS xiquexique (0,98t ha⁻¹), obtiveram melhores valores, com média geral de 0,65t ha⁻¹. A cultivar BRS xiquexique apresentou-se com melhores médias para as épocas. O resultado encontrado foi inferior ao de Silva et al. (2013), que foi de 1,35t ha⁻¹, o que pode ter ocorrido, pois no presente ensaio não foi realizado nenhum tipo de adubação, podendo justificar os valores inferiores obtidos no citado trabalho.

Nas duas épocas, as médias das testemunhas foram inferiores aos demais genótipos analisados, o que é importante para a seleção dos genótipos que tiveram maior desempenho em relação a essa variável, frente àqueles já cultivados na região.

Os dados obtidos em Sousa et al. (2015) variaram entre 1,38t ha⁻¹ a 3,22t ha⁻¹ em sistema de irrigação, acima daqueles obtidos pelo presente trabalho e semelhantes aos encontrados em Silva et al. (2013).

Tabela 9 – Estimativas dos valores genotípicos dos caracteres Massa de Vagens Verdes (MVV) e Número de Grãos (NG) de 23 genótipos de caupi para duas épocas e para o ambiente médio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Genótipo	MVV (g)			NG		
	$\hat{\mu}_1 + \hat{g} + \hat{g}e$	$\hat{\mu}_2 + \hat{g} + \hat{g}e$	$\hat{\mu} + \hat{g}$	$\hat{\mu}_1 + \hat{g} + \hat{g}e$	$\hat{\mu}_2 + \hat{g} + \hat{g}e$	$\hat{\mu} + \hat{g}$
MNC00-586F-303-9	100,16	82,09	89,04	120,63	130,57	125,74
MNC00-595F-2	87,71	79,84	85,62	125,28	133,36	128,51
MNC00-595F-27	87,92	86,45	87,21	123,85	133,75	128,13
MNC05-835B-15	87,04	90,12	87,86	121,87	132,21	126,81
MNC05-835B-16	90,05	78,55	85,86	117,98	126,62	123,28
MNC05-841B-49	86,92	77,70	84,94	123,53	129,43	126,39
MNC05-847B-123	88,83	90,53	88,37	113,64	128,58	122,38
MNC05-847B	83,90	84,24	85,76	126,72	134,33	129,41
MNC99-541F-15	82,97	81,80	84,97	121,45	131,36	126,33
BRS Guariba	82,40	79,71	84,35	110,22	122,06	118,68
BRS Tumucumaque	85,89	82,40	85,79	117,13	125,15	122,41
BRS Xiquexique	83,13	95,59	88,22	127,35	135,25	129,99
Paulistinha	98,80	94,38	91,59	129,27	134,27	130,34
Vagem Roxa-THE1	80,60	74,64	82,75	117,25	130,57	124,47
Azulão-MS1	113,72	87,86	93,54	124,28	129,19	126,58
Sempre verde –CE1	98,69	92,03	91,01	122,67	130,18	126,35
BRS Aracê	87,74	82,62	86,27	128,64	136,11	130,79
Pingo-de-ouro-1-2	89,22	85,38	87,26	114,04	125,91	121,54
MNC02-701F-2	83,07	76,82	83,83	117,88	128,65	123,99
MNC99-510F-16-1	92,52	99,79	91,38	123,41	134,54	128,25
São Miguel*	92,76	94,41	90,19	114,96	126,92	122,26
Felipe Guerra*	83,03	79,04	84,34	126,66	136,62	130,25

Sd Matos*	85,75	83,61	86,04	125,24	132,77	128,28
Média Geral:	89,56	85,13	87,28	121,35	130,60	126,02
*Média testemunhas:	87,18	85,69	86,86	122,29	132,10	126,93

*testemunhas; μ_1 e μ_2 : médias dos ambientes 1 e 2; \hat{g} : efeito genotípico no ambiente; \hat{g}_e : efeito do ambiente.

Na tabela 9, o caráter Massa de Vagens Verdes (MVV) teve como destaques a cultivar Azulão-MS1 (93,54 g) e a linhagem MNC99-510F-16-1 (91,38 g), sendo a primeira época a de maior produção de vagens, com maiores médias para os 20 genótipos frente às testemunhas.

Para o caráter Número de Grãos, constataram-se os maiores valores para a cultivar BRS Aracê (130,79) e para a linhagem MNC05-847B (129,41). Para essa característica, os maiores índices de Número de Grãos estão presentes na segunda época. Isso pode estar relacionado ao fato de, na segunda época, a fisiologia da planta apresentar-se mais ativa, decorrente da alta temperatura e da baixa pluviosidade, fatores que contribuem para a aceleração do metabolismo celular da planta, com conseqüente acúmulo de fotossintatos, levando ao aumento da produção dos grãos. No trabalho Silva et al. (2013), os valores da variável Número de Grãos variaram de 41,75 grãos por vagem (Corujinha) a 62,00 grãos por vagem (Sempre-Verde).

Tabela 10 – Estimativas dos valores genotípicos dos caracteres Massa de Grãos Verdes (MGV) e Índice de Grãos Verdes (IGV) de 23 genótipos de caupi para duas épocas e para o ambiente médio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Genótipo	MGV (g)			IGV (%)		
	$\hat{\mu}_1 + \hat{g} + \hat{ge}$	$\hat{\mu}_2 + \hat{g} + \hat{ge}$	$\hat{\mu} + \hat{g}$	$\hat{\mu}_1 + \hat{g} + \hat{ge}$	$\hat{\mu}_2 + \hat{g} + \hat{ge}$	$\hat{\mu} + \hat{g}$
MNC00-586F-303-9	43,23	51,18	47,23	48,85	56,44	52,61
MNC00-595F-2	43,54	51,11	47,27	52,75	58,61	55,25
MNC00-595F-27	43,06	51,18	47,21	49,03	55,58	52,32
MNC05-835B-15	43,05	51,40	47,24	48,96	55,72	52,35
MNC05-835B-16	43,72	55,86	48,01	47,49	55,02	51,40
MNC05-841B-49	43,10	50,87	47,17	49,82	56,38	53,01
MNC05-847B-123	42,18	51,07	47,06	42,24	50,73	47,25
MNC99-541F-15	43,15	51,33	47,24	50,70	58,01	54,10
BRS Guariba	42,54	50,79	47,07	46,60	53,83	50,50
BRS Tumucumaque	43,37	51,29	47,27	52,76	58,83	55,36
BRS Xiquexique	43,11	51,27	47,23	50,26	55,63	52,87
Paulistinha	44,09	51,31	47,38	51,19	55,74	53,32
Vagem Roxa-THE1	42,33	50,53	47,00	45,41	52,87	49,56
Azulão-MS1	43,20	50,15	47,07	43,08	48,45	46,61
Sempre verde –CE1	43,59	51,11	47,28	48,86	54,57	51,80
BRS Aracê	43,65	51,31	47,32	53,39	59,22	55,80
Pingo-de-ouro-1-2	42,62	51,32	47,16	46,97	55,37	51,32
MNC02-701F-2	42,57	50,86	47,09	46,91	54,87	51,10
MNC99-510F-16-1	43,35	51,72	47,33	48,98	55,31	52,18
São Miguel*	42,85	51,44	47,22	45,36	52,38	49,32
Felipe Guerra*	43,60	51,39	47,32	56,32	62,17	58,36
Sd Matos*	43,30	51,08	47,23	51,12	56,82	53,77
Média Geral:	43,13	51,35	47,24	48,80	55,47	52,39

Média testemunhas:	43,25	51,30	47,26	50,94	57,12	51,55
--------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

*testemunhas; μ_1 e μ_2 : médias dos ambientes 1 e 2; \hat{g} : efeito genotípico no ambiente; \hat{g}_e : efeito do ambiente.

Em relação à Massa de Grãos Verdes (MGV), tem-se a variação de 47,00 do genótipo Vagem Roxa- THE1 a 48,01 da linhagem MNC05-835B-16, com médias gerais de 47,24 e 47,26 para genótipos e testemunhas, respectivamente. Os genótipos com melhores médias foram a linhagem MNC05-835B-16 (48,01 g) e a cultivar paulistinha (47,38 g). Os resultados obtidos em Silva et al. (2013) variaram entre 11,35g (corujinha) e 27,52g (BRS-Tucumaque), conforme Tabela 10.

O Índice de Grãos Verdes variou de 46,61% (Azulão-MS1) a 58,36% (Felipe Guerra), com média geral de 52,39%. Em Sousa et al. (2013), obteve-se média de 64%.

Relacionando este trabalho com Sousa et al. (2013), constatou-se que a cultivar Azulão-MS teve as piores médias nos dois trabalhos, 46,61% e 55%. Outros resultados foram encontrados por Andrade (2010), com média de 54,69 %. Dessa forma, segundo Freire Filho et al. (2005), o Índice de Grãos Verdes é um descritor importante, pois mede a capacidade referente à alocação de fotossintatos para os grãos na seleção de cultivares produtoras de grãos verdes.

Tabela 11 – Estimativas dos valores genotípicos dos caracteres Potencial Hidrogeniônico (PH) e Sólido Solúveis (SS) de 23 genótipos de caupi para duas épocas e para o ambiente médio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Genótipo	PH			SS (° brix)		
	$\hat{\mu}_1 + \hat{g} + \hat{g}e$	$\hat{\mu}_2 + \hat{g} + \hat{g}e$	$\hat{\mu} + \hat{g}$	$\hat{\mu}_1 + \hat{g} + \hat{g}e$	$\hat{\mu}_2 + \hat{g} + \hat{g}e$	$\hat{\mu} + \hat{g}$
MNC00-586F-303-9	-	6,52	6,69	28,31	30,49	29,10
MNC00-595F-2	6,63	6,33	6,69	24,91	26,64	26,18
MNC00-595F-27	6,31	6,40	6,68	26,75	29,37	28,02
MNC05-835B-15	6,69	6,58	6,69	30,19	32,19	30,54
MNC05-835B-16	6,63	6,75	6,69	27,83	29,59	28,54
MNC05-841B-49	6,58	8,08	6,71	26,12	29,38	27,77
MNC05-847B-123	6,66	9,92	6,74	26,23	27,83	27,19
MNC05-847B	6,63	6,07	6,68	27,76	31,22	29,17
MNC99-541F-15	6,81	6,00	6,68	27,63	25,09	26,65
BRS Guariba	6,72	5,90	6,68	30,96	31,86	30,72
BRS Tumucumaque	6,58	-	6,69	29,14	-	29,45
BRS Xiquexique	6,75	6,82	6,70	29,12	30,04	29,24
Paulistinha	6,71	6,54	6,69	23,53	25,12	25,01
Vagem Roxa-THE1	6,62	6,57	6,69	27,92	33,06	29,98
Azulão-MS1	6,65	-	6,69	24,88	-	26,58
Sempre verde –CE1	6,65	-	6,69	23,52	-	25,66
BRS Aracê	6,60	6,33	6,69	27,94	29,68	28,62
Pingo-de-ouro-1-2	6,61	6,51	6,69	22,17	24,08	24,05
MNC02-701F-2	6,60	6,88	6,69	30,90	32,02	30,76
MNC99-510F-16-1	6,66	6,31	6,69	22,06	26,87	25,12
São Miguel*	6,67	6,58	6,69	23,53	26,87	25,72
Felipe Guerra*	6,77	6,99	6,69	27,31	30,39	28,66
Sd Matos*	6,62	6,33	6,70	27,15	28,75	27,93

Média Geral:	6,64	6,74	6,69	26,89	29,09	27,92
Média testemunhas:	6,69	6,63	6,69	26,00	28,67	27,44

*testemunhas; μ_1 e μ_2 : médias dos ambientes 1 e 2; \hat{g} : efeito genotípico no ambiente; \hat{g}_e : efeito do ambiente.

O pH (potencial Hidrogeniônico) manteve-se com média geral de 6,69, sendo este um valor neutro, ideal para o consumo (Tabela 11). O pH nos valores apresentados, quando bem acondicionado, tem um bom tempo de conservação do produto. Se mal acondicionado, tais valores favorecem o desenvolvimento de microrganismos, podendo depreciar o produto; diferentemente de um pH ácido, em que a proliferação celular de um antígeno não seria muito favorecida. Os valores obtidos em Simões et al. (2013), em relação à variável em questão, a partir das cultivares BRS Guariba e BRS Potengi avaliadas por eles, foram de 6,55 e 6,54, semelhante ao resultado visto neste trabalho.

Os Sólidos Solúveis apresentaram melhores valores na segunda época, com médias de 29,09° brix e 28,67° brix para os genótipos e testemunhas, respectivamente. São interessantes esses dados, uma vez que os mesmos direcionam à escolha de genótipos ricos em carboidrato, gerando um produto com mais qualidade, o que agrega não somente valor ao produto, como também atende às expectativas cada vez mais crescentes do consumidor. No trabalho de Simões et al. (2013), a variável Sólidos Solúveis apresentou um valor médio de 30,59%, valor próximo ao encontrado na presente pesquisa.

Tabela 12 – Estimativas dos valores genotípicos dos caracteres Clorofila Total (CLT) e Carotenoides (CAR) de 23 genótipos de caupi para duas épocas e para o ambiente médio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Genótipo	CLT (mg g ⁻¹)			CAR (mg g ⁻¹)		
	$\hat{\mu}_1 + \hat{g} + \hat{ge}$	$\hat{\mu}_2 + \hat{g} + \hat{ge}$	$\hat{\mu} + \hat{g}$	$\hat{\mu}_1 + \hat{g} + \hat{ge}$	$\hat{\mu}_2 + \hat{g} + \hat{ge}$	$\hat{\mu} + \hat{g}$
MNC00-586F-303-9	0,431	1,502	0,979	0,824	2,428	1,573
MNC00-595F-2	1,089	1,464	1,165	1,784	1,816	1,662
MNC00-595F-27	0,754	1,364	1,034	1,176	1,767	1,494
MNC05-835B-15	1,065	1,280	1,103	1,781	1,802	1,658
MNC05-835B-16	1,075	1,357	1,129	1,594	1,745	1,595
MNC05-841B-49	1,402	1,292	1,208	2,379	1,803	1,812
MNC05-847B-123	1,047	1,650	1,208	1,732	2,261	1,763
MNC05-847B	0,582	1,263	0,953	1,145	1,890	1,518
MNC99-541F-15	0,506	0,895	0,819	0,921	1,225	1,289
BRS Guariba	0,288	0,752	0,711	0,442	1,020	1,114
BRS Tumucumaque	0,730	-	1,002	1,050	-	1,457
BRS Xiquexique	0,509	1,061	0,870	0,863	1,532	1,354
Paulistinha	0,647	1,253	0,969	1,147	1,829	1,502
Vagem Roxa-THE1	0,502	1,110	0,883	0,870	1,505	1,348
Azulão-MS1	0,881	-	1,067	1,563	-	1,634
Sempre verde –CE1	0,858	-	1,057	1,402	-	1,579
BRS Aracê	1,104	1,568	1,201	1,933	2,411	1,853
Pingo-de-ouro-1-2	0,727	1,103	0,948	1,372	1,695	1,526
MNC02-701F-2	0,237	0,920	0,746	0,476	1,421	1,226
MNC99-510F-16-1	0,529	1,322	0,955	1,043	1,885	1,490
São Miguel	0,631	1,404	1,009	0,982	2,096	1,529
Felipe Guerra	0,300	1,171	0,840	0,492	1,615	1,279
Sd Matos	0,670	1,641	1,093	1,196	2,351	1,649
Média Geral:	0,75	1,24	1,00	1,27	1,77	1,52

Média testemunhas:	0,53	1,41	0,98	0,89	2,02	1,49
--------------------	------	------	------	------	------	------

*testemunhas; μ_1 e μ_2 : médias dos ambientes 1 e 2; \hat{g} : efeito genotípico no ambiente; \hat{g}_e : efeito do ambiente.

A variável Clorofila Total apresentou os melhores resultados na segunda época, com médias gerais de $1,24\text{mg g}^{-1}$ e $1,41\text{mg g}^{-1}$ para genótipos e testemunhas, respectivamente (Tabela 12). Esses dados são importantes, visto que há a exigência pelo consumidor do caupi verde, para que, na cocção do mesmo, ele não venha a perder sua coloração esverdeada, daí o fato de que se o grão se apresenta com maior índice de clorofila, pigmento responsável pela cor verde do grão, é de se esperar que o mesmo se mantenha assim mesmo mediante altas temperaturas provenientes do cozimento. O interesse em manter as características de qualidade e de visual dos grãos verdes semelhantes às do momento da colheita é muito importante para a sua comercialização (SIMÕES et al., 2013). A manutenção da cor natural de hortaliças após o seu processamento, é muito importante. Em relação ao feijão-vagem, os pigmentos responsáveis pela cor característica de verde brilhante são as clorofilas a e b (FENNEMA, 1988). Contudo, durante o processamento de vegetais, em especial com a aplicação de calor, podem ocorrer transformações na molécula de clorofila com alterações da coloração verde brilhante. A modificação mais comum é a substituição do íon magnésio ligado ao anel pirrólico da clorofila por íons hidrogênio, formando a feofitina, que confere uma coloração verde-oliva escura e opaca (FÁVARO et al., 2000). Em Simões et al. (2013), encontrou-se o valor de $3,37\text{mg g}^{-1}$ (BRS-Tucumaque), ou seja, superior ao demonstrado no presente trabalho, podendo tal ter ocorrido em virtude da distinção das condições empregadas.

A variável Carotenoides Totais apresentou melhores médias na segunda época, com médias 1,77 e 2,02 para os genótipos e testemunhas, respectivamente. Os carotenoides, associados com algumas vitaminas, atuam como agentes antioxidantes no corpo humano, prevenindo algumas doenças (POOL-ZOBEL, 1997). Em Simões et al. (2013), encontrou-se valor de Carotenoides Totais de $6,91\text{mg g}^{-1}$ (BRS-Tucumaque), superior ao verificado neste trabalho, observada a diferença das condições aplicadas e sabendo que o trabalho de Simões et al. (2005) foi realizado em Serra Talhada-PE.

Segundo Shahidi e Ho (2007) e Pinheiro et al. (2013), o feijão-caupi apresenta, em sua composição, substâncias antioxidantes, que são responsáveis por capturar radicais livres e podem estar envolvidas em outros mecanismos fisiológicos que estimulam a atividade das enzimas antioxidantes ou podem funcionar como sinalizadores celulares, ativando e/ou inibindo a expressão de algumas enzimas relacionadas com o desenvolvimento de células tumorais.

Para ambas as variáveis Clorofila Total e Carotenoides Totais, ficaram demonstrados melhores resultados na segunda época, o que corrobora com os dados antes citados, que expõem a maturação mais precoce na segunda época, devido ao metabolismo acelerado da planta, decorrente da alta temperatura e da baixa pluviosidade (figura 1) – o que é típico de acontecer nesse período do ano –, induzindo a planta ao acúmulo de substâncias importantes para a mesma e para o grão.

Tabela 13 – Estimativas do valor genotípico de Proteína Total (PT%) de 23 genótipos de caupi para duas épocas e para o ambiente médio. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Genótipo	PT (%)		
	$\hat{\mu}_1 + \hat{g} + \hat{g}e$	$\hat{\mu}_2 + \hat{g} + \hat{g}e$	$\hat{\mu} + \hat{g}$
MNC00-586F-303-9	29,63	25,79	27,78
MNC00-595F-2	29,64	25,74	27,77
MNC00-595F-27	29,67	25,89	27,80
MNC05-835B-15	29,68	25,88	27,80
MNC05-835B-16	29,66	25,87	27,80
MNC05-841B-49	29,76	25,93	27,83
MNC05-847B-123	29,61	25,84	27,78
MNC05-847B	29,69	26,02	27,84
MNC99-541F-15	29,52	25,57	27,71
BRS Guariba	29,74	25,71	27,78
BRS Tumucumaque	29,55	25,53	27,71
BRS Xiquexique	29,57	25,50	27,71
Paulistinha	29,78	25,68	27,78
Vagem Roxa-THE1	29,84	25,68	27,80
Azulão-MS1	29,91	25,77	27,83
Sempre verde –CE1	30,18	25,95	27,92
BRS Aracê	29,79	25,75	27,80
Pingo-de-ouro-1-2	29,42	25,63	27,70
MNC02-701F-2	29,96	25,81	27,85
MNC99-510F-16-1	33,51	26,64	28,72
São Miguel*	29,58	25,81	27,77
Felipe Guerra*	29,25	25,51	27,64
Sd Matos*	29,55	25,80	27,76
Média Geral	29,91	25,81	27,84

Média testemunhas	29,46	25,71	27,72
-------------------	-------	-------	-------

*testemunhas; μ_1 e μ_2 : médias dos ambientes 1 e 2; \hat{g} : efeito genotípico no ambiente; \hat{g}_e : efeito do ambiente.

As Proteínas Totais variaram de 27,64% (Felipe Guerra) a 28,72% (MNC99-510F-16-1) e apresentaram melhores médias na primeira época, com valores de 29,91% (genótipos provenientes da Embrapa) e 29,46% (testemunhas) (Tabela 13). As linhagens com maiores valores genéticos para este caráter foram MNC99-510F-16-1 (28,72%) e MNC02-701F-2 (27,85%) e a cultivar Sempre-verde-CE1 (27,92%).

Vale ressaltar que a proteína é um polipeptídeo vital de grande importância, pois participa de um vasto número de reações metabólicas em diversos tipos de organismo, como também serve como fonte nutricional, servindo de alimento básico para as populações rurais e urbanas (FREIRE FILHO et al., 2005, 2011). Ademais, Andrade (2010) encontrou valores inferiores aos obtidos pelo presente trabalho, com média de 17,67%.

Segundo Marques (2013), através de hidrolisados de proteínas do feijão-caupi, foi possível observar que as mesmas tinham efeito hipocolesterolêmico, onde eles foram capazes de inibir a solubilização micelar do colesterol de 5% para 39%, dados esses muito importantes, visto que tal componente nutricional de feijão-caupi não somente atua como uma fonte nutricional, mas também traz benefícios à saúde, baixando os níveis de colesterol HDL, responsável por tantas patologias cardiovasculares.

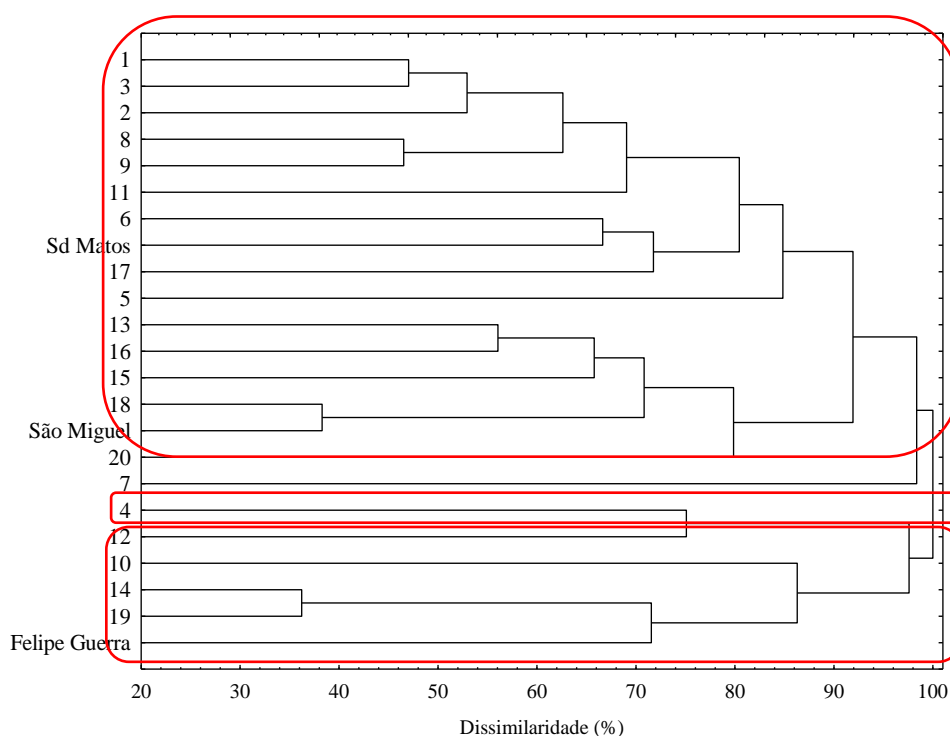


Figura 2 - Dendrograma de dissimilaridade genética entre 23 genótipos de feijão-caupi obtidos pelo agrupamento de UPGMA, utilizando a distância euclidiana média (correlação cofenética: 0,75). Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Na figura 2, encontra-se o dendrograma de dissimilaridade genética entre os 23 genótipos, realizado a partir do grupamento UPGMA, com base na distância euclidiana média, ordenando-se os genótipos de feijão-caupi em 4 grupos, com distinção dos genótipos com maiores divergências genotípicas.

Com base na distância euclidiana média, os genótipos 1 (MNC00586F-303-9) e 3 (MNC00595F-27), por exemplo, são próximos genotipicamente. Esse par, por apresentar o mesmo padrão de similaridade, deve ser evitado em programas de melhoramento genético por hibridação, para que a variabilidade genética, necessária em qualquer programa de melhoramento, não seja restrita, de modo a impedir os ganhos a serem obtidos por seleção (SANTOS et al., 2014). Assim, deve-se utilizar genótipos distintos e com alto potencial genético, a fim de se selecionar o maior número de genes que detenham alto desempenho para as características que sejam favoráveis às exigências de cada produtor e para cada condição ambiental.

Tabela 14 - Grupos formados pelo método UPGMA utilizando a distância euclidiana obtida a partir de 16 caracteres morfoagronômicos avaliados em 23 genótipos de feijão-caupi em duas épocas. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Grupo	Genótipos
I	MNC00-586F-303-9, MNC00-595F-2, MNC00-595F-27, MNC05-835B-16, MNC05-841B-49, MNC05-847B, MNC99-541F-15, BRS Tumucumaque, Paulistinha, Azulão_MS1, Sempre-verde-CE1, BRS Aracê, Pingo-de-ouro-1-2, São Miguel, MNC99-510F-16-1, Sd Matos.
II	MNC05-835B-15
III	MNC05-835B-15, BRS Xiquexique
IV	BRS Guariba, Vagem Roxa-THE1, MNC02-701F-2, Felipe Guerra.

As características Número de Grãos Verdes, Massa de Vagens Verdes, Índice de Grãos Verdes e Sólidos Solúveis foram, dentre as 16 analisadas, as que mais contribuíram para a diversidade genética dos 23 genótipos avaliados (Tabela 15), com as seguintes porcentagens, respectivamente: 33,98%, 25,08%, 23,09% e 12,00%. Já no trabalho de Santos et al. (2014) observou-se que a característica que mais contribuiu para a diversidade genética pela distância euclidiana média foi a Produtividade de Grãos (99%), entre os 20 genótipos analisados.

Tabela 15 - Contribuição relativa de 16 caracteres para divergência genética em 23 genótipos de feijão-caupi, conforme critério de Singh (1981). Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Variável	Distância Euclidiana Média	
	S,j	S,j%
CVG	188,40	1,18
PP	11,66	0,07
NDF	191,5	1,19
NDM	2,20	0,01
ACAM	3,00	0,02
PVV	463,14	2,90
PGV	8,01	0,05
PV	4018,60	25,08
NG	5444,82	33,98
PG	18,85	0,11
IGV	3698,97	23,09
PH	0,078	0,000
SS	1923,03	12,00
CLT	10,22	0,06
CAR	17,52	0,10
PT	21,20	0,13

*variáveis com maior contribuição relativa

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As linhagens MNC05-835B-15, MNC05-841B-49 e a cultivar BRS xiquexique foram as melhores para a produtividade de vagens verdes.

Para a produtividade de grãos verdes, as linhagens que tiveram melhor desempenho foram a MNC00-595F-2, a MNC-595F-27, a MNC05-835B-15 e a cultivar BRS xiquexique.

Os genótipos MNC99-510F-16-1 e MNC02-701F-2 tiveram melhores médias para o caráter de qualidade Proteína Total; e, entre as cultivares, a de melhor média foi a Sempre-Verde-CE-1, com 30,18%.

Os genótipos MNC02-701F-2, MNC05-841B-49, MNC05-847B-123 e BRS-aracê apresentaram os melhores resultados em relação aos caracteres físico-químicos (SS, CLT, CAR).

O dendrograma de dissimilaridade genética de feijão-caupi pelo agrupamento de UPGMA, utilizando a distância euclidiana média, gerou 4 grupos distintos.

As variáveis Número de Grãos, Massa de Vagens Verdes, Índice de Grãos e Sólidos Solúveis contribuíram com 94,15% de toda a diversidade genotípica dos genótipos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 17th ed. Washington: AOAC, 2002. 1115p.

ANDRADE, F. N et al. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi avaliados para feijão fresco. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 253-258, 2010.

ANDRADE, F. N. **Avaliação e seleção de linhagens de tegumento e cotilédone verdes para o mercado de feijão-caupi verde**. 2010. 110 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.

BARBOSA, J. Z.; SCOPEL, W.; VIEIRA, M. L. Procedimentos para extração de pigmentos fotossintetizantes em espécies frutíferas. **Evidência-Ciência e Biotecnologia**, v. 8, n. 1-2, p. 29-42, 2008.

CARMO FILHO, F. do; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. Dados climatológicos de Mossoró: um município semi-árido nordestino. **Mossoró: ESAM**, 121p, 1991.

CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q. Desempenho agrônomico do feijão-caupi, cv. Rouxinol, em função de espaçamentos entre linhas e densidades de plantas sob regime de sequeiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 102-105, 2006.

COHEN, J. I.; WILLIAMS, J. T.; PLUCKNETT, D. L.; SHANDS, H. Ex situ conservation of plant genetic resources: global development and environmental concerns. **Science**. Washington, v. 253, n. 5022, p. 866-872, Aug. 1991. Disponível em: <http://www.joelcohen.org/pdf/Exsituconservation.pdf>. Acesso em: 21/01/2016.

CRUZ, C.D. et al. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. 480p.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.

DAMASCENO-SILVA, K. J. Estatística da produção de feijão-caupi. Grupo cultivar. <http://ww.grupocultivar.com.br/arquivos/estatistica.pdf>, 2009. Acesso em 29/06/2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA MEIO-NORTE). Cultivo de feijão caupi. Solos e adubação. 2003. <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoCaupi/solosadubacao2.htm#recomendacao>.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2013. 353p.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Home Page, 2016. Disponível em: < <http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em: 30/06/2016.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Home Page, 2016. Disponível em: < <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/SA>>. Acesso em: 29/06/2016.

FÁVARO, S.P.; SÁ, M. C; IDA, E. I.; NETO, J. A. B.; Cor de feijão vagem fresco e processado após aplicação de cálcio. **Scientia Agricola**, v.57, n.3, p.561-563, jul/set. 2000.

FENNEMA, O.R. Introducción a la ciencia de los alimentos. Barcelona: **Reverté**, 1988. 918p.

FREIRE-FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E.E. (Org). **O caupi no Brasil**, Brasília, DF: IITA: EMBRAPA, 1988. p. 26-46.

FREIRE FILHO, F. R. et al. Produtividade de linhagens de caupi de porte ereto e semi-ereto em ambiente de cerrado. In: **Embrapa Meio-Norte-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., 2001, Goiania. Anais... Santo Antonio de Goias: Embrapa Arroz e Feijao, 2002.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Embrapa Informação Tecnológica; Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte, 2005.

FREIRE FILHO, F.R.; VILARINHO, A.A.; CRAVO, M. da S.; CAVALCANTE, E. da S. **Panorama da cultura do feijão-caupi no Brasil**. In: WORKSHOP SOBRE A CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI, Boa Vista, 2007. Anais. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007. p.1-4.

FREIRE FILHO, F.R.; ROCHA, M. de M.; RIBEIRO, V.Q.; SITOLLIN, I.M. Avanços e perspectivas para a cultura do feijão-caupi. In: ALBUQUERQUE, A.C.S.; SILVA, A.G. da (Ed.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v.1, p.285-250.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. D. M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES E. V. **Produção, melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil**. In *Embrapa Meio-Norte-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 4., 2011. Teresina. Palestras e resumos... Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011.

FROTA, A.B.; FREIRE FILHO, F.R.; CÔRREA, M.P.F. Impactos socioeconômicos das cultivares de feijão-caupi na região Meio-Norte do Brasil. Teresina: **Embrapa Meio-Norte**, 2000. 26p.

FROTA, K. M. G.; SOARES, R. A. M.; ARÊAS, J. A. G. Composição química do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), cultivar BRS-Milênio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 470-476, 2008.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo-SP, 2005. 533p.

KHATOUNIAN, C. A. **Produção de alimentos para consumo doméstico no Paraná: caracterização e culturas alternativas**. Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, PR (Brasil), p. 155, 1994.

LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F. de; COSTA, C. do N.; RIBEIRO, A. M. B. Nodulação e produtividade de grãos do feijão-caupi em resposta ao molibdênio. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 04, p. 492-497, 2009.

LIMA, E. D. P. A. Feijão-caupi verde, minimamente processado: aspectos de conservação. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2., 2009a, Belém, PA. **Da agricultura de subsistência ao agronegócio: anais**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. p. 73-84. 1 CD-ROM.

MARQUES, M. R. **Ação hipocolesterolêmica de hidrolisados de feijões caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp)**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PEREIRA, R. F. et al. VALOR NUTRICIONAL DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI. In: **Embrapa Meio-Norte-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3. 2013, Recife. Feijão-Caupi como alternativa sustentável para os sistemas produtivos familiares e empresariais. Recife: IPA, 2013.

PINHEIRO, E. M. et al. CAPACIDADE ANTIOXIDANTE E EFEITO DO COZIMENTO EM GENÓTIPOS ELITE DE FEIJÃO-CAUPI. In: **Embrapa Meio-Norte-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3. 2013, Recife. Feijão-Caupi como alternativa sustentável para os sistemas produtivos familiares e empresariais. Recife: IPA, 2013.

POOL-ZOBEL, B. L. et al. Consumption of vegetables reduces genetic damage in humans: first results of a human intervention trial with carotenoid-rich foods. **Carcinogenesis**, London, v. 18, n. 9, p.1847-1850, 1997.

RAMALHO, M.A.P. et al. Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 217p.

RESENDE, M. D. V. SELEGEN-REML/BLUP: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. **Embrapa Florestas**, p.359, 2007.

RESENDE, M.D.V. Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2007a. 561p.

RESENDE, M. D. V. SELEGEN–REML/BLUP: sistema estatístico e seleção genéticacomputadorizada via modelos lineares mistos. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2007b. 361p.

ROCHA, M.M. et al. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi de tegumento branco. **Revista Científica Rural**, v.8, n.1, p.135-141, 2003.

ROCHA, M. de M.; RODRIGUES, E. V.; ANDRADE, F. N.; FREIRE FILHO, F. R.; OLIVEIRA, C. R. R. de; RIBEIRO, V. Q. **Adaptabilidade e estabilidade da produtividade de vagens e grãos verdes em genótipos de feijão-caupi**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 4., 2007, São Lourenço. Anais. São Lourenço: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2007. 1 CD-ROM.

ROCHA, M. de M.; CARVALHO, K. J. M. de; FREIRE FILHO, F. R.; LOPES, A. C. de A.; GOMES, R. L. F.; SOUSA, I. da S. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 44, n. 3, p. 270-275, mar. 2009.

ROCHA, M. de M. O feijão-caupi para consumo na forma de grãos frescos. 2009. Disponível em: <<http://agrosoft.com/pdf.php/?node=212374>> Acesso: 29/06/2016.

ROCHA, M de M. et al., Melhoramento Genético de feijão-caupi no Brasil. JORNADA TECNOLÓGICA INTERNACIONAL SOBRE FRÍJOL CAUPÍ, at Monteria, 2013.

ROSADO, A. M. et al. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, 47, 964-971, 2012.

RODRIGUES, J. E. L. et al. Avaliação de genótipos de feijão-caupi, de porte semi-ereto e ereto, na Região Norte. **In: Embrapa Meio-Norte-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3. 2013, Recife. Feijão-Caupi como alternativa sustentável para os sistemas produtivos familiares e empresariais. Recife: IPA, 2013.

SALGADO, S.M.; MELO FILHO, A.B. de; ANDRADE, S.A.C.; MACIEL, G.R.; LIVERA, A.V.S.; GUERRA, N.B. Modificação da concentração de amido resistente em feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) por tratamento hidrotérmico e congelamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, p.259-264, 2005.

SANTOS, J. A. S. et al. Desempenho agrônomico e divergência genética entre genótipos de feijão-caupi cultivados no ecótono Cerrado/Pantanal. **Bragantia**, v. 73, n. 4, p. 377-382, 2014.

SILVA, E. F. da. et al. Avaliação de cultivares de feijão-caupi irrigado para produção de grãos verdes em serra talhada – PE. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n.1, p. 21-26, jan/mar. 2013.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235 p.

SIMÕES, N. et al. QUALIDADE DE GRÃOS-VERDES DE FEIJÃO-CAUPI MANTIDOS SOB REFRIGERAÇÃO. **In: Embrapa Meio-Norte-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3. 2013, Recife. Feijão-Caupi como alternativa sustentável para os sistemas produtivos familiares e empresariais. Recife: IPA, 2013.

SHAHIDI, F.; HO, CT. Antioxidant measurement and applications. Washington: **American Chemical Society**, 2007. p. 2-7. (ACS Symposium Series 956).

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, v. 11, p. 237-245, 1981.

SOUSA, J. L. M. et al. Avaliação de genótipos de feijão-caupi em condições irrigadas para o mercado do feijão-verde em Teresina-PI. **In: Embrapa Meio-Norte-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3. 2013, Recife. Feijão-Caupi como alternativa sustentável para os sistemas produtivos familiares e empresariais. Recife: IPA, 2013.

SOUSA, J. L. M. **Seleção de genótipos de feijão-caupi em condições de sequeiro e irrigado para o mercado de vagens e grãos verdes**. 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2013.

SOUSA, J. L. M. et al. Potencial de genótipos de feijão-caupi para o mercado de vagens e grãos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, cidade. 50, n. 5, p. 392-398, 2015.

TEIXEIRA, N. J. P. et al. Produção, componentes de produção e suas inter-relações em genótipos de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], 2006.

TEIXEIRA, I. R.; CARNEIRO, S. G.; OLIVEIRA, J. P. R.; GUERRA da SILVA, A. PELÁ, A. Desempenho agrônomico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 1, p. 300-307, 2010.

TEÓFILO, E. M. et al. Potencial fisiológico de sementes de feijão-caupi produzidas em duas regiões do Estado do Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 39, n. 3, p. 443-448, 2008.

TORRES FILHO, J.; ETO, F. B.; DE HOLANDA, J. S.; TORRES, J. F. Adaptabilidade ambiental e estabilidade produtiva de quinze cultivares de caupi na Serra do Mel. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22, n. 5, p. 485-490, 1987.

TORRES, F. E.; TEODORO, P. E.; SAGRILO, E.; CECCON, G.; CORREA, A. M. Interação genótipo x ambiente em genótipos de feijão-caupi semiprostrado via modelos mistos. **Bragantia**, v. 74, n. 3, p. 255-260, 2015.

TORRES, M. H. R. M. **Progresso genético com base na seleção simultânea de caracteres em linhagens elite de feijão-caupi**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Piauí.

U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Calculate the Percent Daily Value for the Appropriate Nutrients. 2011. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/FoodLabelingNutrition/FoodLabelingGuide/ucm064928.htm>>.

VIEIRA, R. F. Comportamento de cultivares de caupi do tipo fradinho em Leopoldina, Minas Gerais. **Revista Ceres**, v. 48, n. 280, p. 729-733, 2001.

APÊNDICE - Tabela 1A - Resumo da análise de Deviance de 16 caracteres medidos em 23 genótipos de caupi em Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Efeito/Parâmetros	Deviance / (LTR – Qui-quadrado) – Caráter							
	CVG	PP	NDF	NDM	ACAM	PVV	PGV	PV
Modelo completo	450,42	121,64	569,67	404,00	226,79	720,89	0,01	1114,33
Genotípico	452,64	122,21	571,42	404,05	227,03	722,06	1,90	1115,11
	(2,22)	(0,57 ^{ns})	(1,75)	(0,05)	(0,24)	(1,17)	(1,89)	(0,78)
G x A	450,70	121,64	570,19	404,21	226,85	726,79	0,61	1120,78
	(0,28 ^{ns})	(0,00)	(0,52 ^{ns})	(0,21)	(0,06)	(5,9)	(0,60)	(6,45)

Efeito/Parâmetros	Deviance / (LTR – Qui-quadrado) – Caráter							
	NG	PG	IGV	PH	SS	CLT	CAR	PT
Modelo completo	1307,86	1334,72	1061,45	-13,76	561,97	-2090,87	-2002,19	1181,03
Genotípico	1308,29	1334,73	1062,90	-13,75	566,07	-2088,53	-2000,57	1181,05
	(0,43)	(0,01)	(1,45)	(0,01)	(4,1)	(2,34)	(1,62)	(0,02)
G x A	1307,98	1334,75	1061,55	48,79	563,34	-2079,68	-1984,55	1181,07
	(0,12)	(0,03)	(0,1)	(62,55)	(1,37)	(11,19)	(17,64)	(0,04)