



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**LIDIANE RODRIGUES DINIZ**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E MOLECULAR DE VARIEDADES  
CRIOULAS E CULTIVARES DE FEIJÃO-CAUPI EM CULTIVO ORGÂNICO**

**CAMPINA GRANDE-PB**

**2019**

**LIDIANE RODRIGUES DINIZ**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E MOLECULAR DE VARIEDADES  
CRIOULAS E CULTIVARES DE FEIJÃO-CAUPI EM CULTIVO ORGÂNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba/Embrapa Algodão, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias/ Área de concentração: Agrobioenergia e Agricultura Familiar.

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Élide Barbosa Corrêa**

**Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Nair Helena Castro Arriel**

**CAMPINA GRANDE-PB**

**2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

D585c Diniz, Lidiane Rodrigues.  
Caracterização morfoagronômica e molecular de variedades crioulas e cultivares de feijão-caupi em cultivo orgânico [manuscrito] / Lidiane Rodrigues Diniz. - 2019.  
109 p. : il. colorido.  
Digitado.  
Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2019.  
"Orientação : Profa. Dra. Élide Barbosa Corrêa ,  
Coordenação do Curso de Agroecologia - CCAA."  
"Coorientação: Profa. Dra. Nair Helena Castro Arriel ,  
Embrapa Algodão"  
1. Vigna unguiculata. 2. Feijão-caupi. 3. Marcadores moleculares. 4. Estresse biótico. 5. Estresse abiótico. I. Título  
21. ed. CDD 635.652

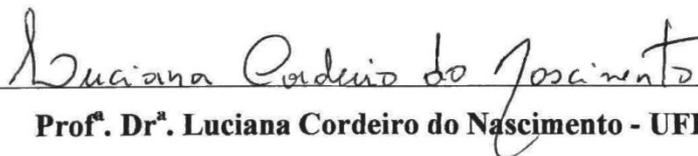
**CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E MOLECULAR DE VARIEDADES  
CRIOULAS E CULTIVARES DE FEIJÃO-CAUPI EM CULTIVO ORGÂNICO**

**LIDIANE RODRIGUES DINIZ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba/Embrapa Algodão, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias/ Área de concentração: Agrobioenergia e Agricultura Familiar.

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em 28 de março de 2019

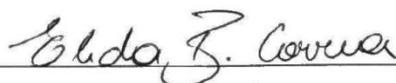
**Banca Examinadora:**

  
\_\_\_\_\_

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciana Cordeiro do Nascimento - UFPB**

  
\_\_\_\_\_

**Prof. Dr. Alberto Soares de Melo - UEPB**

  
\_\_\_\_\_

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Élide Barbosa Corrêa – UEPB**

**Orientadora**

*Ao meu Senhor e Salvador Jesus Cristo.*

*...Quando minha alma se cansou, fostes minha força para seguir, quando o meu coração calou, fostes intercessor, o meu ajudador, o meu Consolador Fiel... Damares*

**Ofereço!**

“Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito debaixo do céu”. Eclesiastes 3:1

À matriarca da família, minha bisavó Luzia Honorato.

Aos meus avós Nininha, Manoel Campos e *in memoriam* de meu bisavô José Honorato e minha avó Noêmia.

**Dedico!**

## AGRADECIMENTOS

A Jesus, meu senhor e salvador, a Ele toda honra e toda glória! Por ser meu socorro bem presente, por tudo e todos que colocou em meu caminho para que este sonho fosse possível.

Aos meus pais Francisco Lamberto e à minha mãe Alesandra por tanto amor, cuidado e incentivo e ao meu irmão Robério pelo compartilhamento de vida.

Agradeço ao meu noivo Dimas pelos momentos compartilhados, sendo meu companheiro de jornada, me dando amor, suporte emocional, amizade e ajuda imprescindíveis para essa conquista.

À toda minha família que direta ou indiretamente contribuíram para cada etapa desta conquista.

À minha professora e orientadora, Dr<sup>a</sup>. Élide Barbosa Côrrea pela amizade, dedicação, paciência e confiança depositada. Por entender minhas dificuldades, por todos os ensinamentos, pelo exemplo profissional e pessoa que foram fundamentais para a realização desta pesquisa; muito obrigada por tudo.

À minha coorientadora, professora Dr<sup>a</sup> Nair Helena Castro Arriel, pelos ensinamentos e oportunidade de realizar a caracterização molecular no Laboratório de Biotecnologia na Embrapa Algodão.

Aos meus professores e amigos do ensino básico.

Toda minha gratidão ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, em especial a Dr. Carlos Henrique, Dr. Carlos Alberto, Dr. Josemir, Dr. Carlos Domingues e Dr. Diogo pelos ensinamentos ministrados durante as disciplinas.

Ao secretário do Programa, Danilo Cavalcante pelo auxílio e atenção durante o período do mestrado.

Aos amigos e amigas da turma de agrárias, Fabrícia pela amizade da graduação pra vida, Josivaldo, Joelma, Bárbara, Luana, Leandro, Luana, Renato, Rogério, Katyanne, Itallo e Elioenai, pela força e momentos compartilhados durante o curso.

Aos amigos e profissionais Trycia Farias e Yuri Santos do Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual da Paraíba- UEPB/Campus II em Lagoa Seca, PB pela ajuda durante o desenvolvimento da pesquisa e incentivo pessoal.

Aos amigos da Universidade Estadual da Paraíba- UEPB/Campus II em Lagoa Seca, que amenizaram minha caminhada, me ajudando nas instalações, condução dos experimentos e amizade em campo, Antônio, Erenilson, José Carlos (Guga), Maria Queiroz, Beatriz, Ana

Eliza, Andrezza, Saulo, Ramon, Riva, Leandro, Ethel, Wedna e Dona Socorro; meu muito obrigada pelos momentos compartilhados.

Ao professor Ricardo Olinda da UEPB, pelos ensinamentos e ajuda nos dados estatísticos.

À Deivide Eduardo pela ajuda no ajuste e resolução da escala diagramática.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (PPGCA) da UEPB/Embrapa Algodão, pela oportunidade de ampliar meus conhecimentos.

Aos campus I e II da Universidade Estadual da Paraíba em Campina Grande e Lagoa Seca, PB.

À Embrapa Algodão pela oportunidade de realizar a análise molecular no Laboratório de Biotecnologia.

Aos amigos e profissionais do Laboratório de Biotecnologia da Embrapa Algodão, ao Dr. Fernando pela ajuda e ensinamentos, Fábria e Terezinha pelo auxílio necessário, Dr<sup>a</sup>. Liziane Maria de Lima, Dr<sup>a</sup>. Roseane Cavalcanti dos Santos, Sabrina, Alexandre, Allef, Vandrê, Daniela, Anderson, Carliane, Jean, Do Carmo, Dione, Lane, Seu Zé e Seu Amaro pela ajuda e companheirismo.

Ao Pesquisador Amaury da Silva dos Santos da Embrapa Tabuleiros Costeiros pelo envio das cultivares de feijão-caupi.

Ao polo de Assessoria de Assistência Técnica em Agricultura Alternativa– ASPTA em Esperança/PB pela disponibilidade em instalar o experimento no campo e pela doação das variedades de feijão-caupi, em especial agradeço a pessoa de Emanuel pelos esclarecimentos necessários.

Aos agricultores associados à ASPTA que se dispuseram em participar da pesquisa em campo, enriquecendo o trabalho significativamente.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de mestrado.

A todos, meu muito obrigada.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	iii
LISTA FIGURAS.....	vi
LISTA DE APÊNDICES.....	viii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xii
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivo geral.....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Aspectos gerais da cultura do feijão-caupi e importância socioeconômica.....	3
2.3 Estresses bióticos (doenças e pragas) em feijão-caupi.....	4
2.6 Descritores morfoagronômicos de <i>Vigna unguiculata</i> .....	6
2.7 Marcadores moleculares para <i>Vigna unguiculata</i> .....	7
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1 Variedades crioulas e cultivares de feijão-caupi.....	9
3.2 Teste de germinação.....	10
3.3 Determinação da umidade das sementes.....	10
3.4 Caracterização das áreas experimentais.....	10
3.6 Caracterização morfoagronômica de <i>Vigna unguiculata</i> .....	15
3.7 Avaliações de crescimento das plantas.....	16
3.8 Avaliação de pragas e doenças.....	17
3.9 Avaliação participativa das variedades e cultivares com as famílias agricultoras.....	20
3.10 Caracterização molecular.....	21
3.11 PCR-ISSR (Inter Sample Sequence Repeat).....	22
3.12 Análise estatística dos dados.....	24
3.12.1 Dados morfoagronômicos.....	24
3.12.2 Dados moleculares.....	25
4.1 Teste de germinação e grau de umidade das sementes.....	26
4.2 Caracteres qualitativos.....	27
4.3 Caracteres quantitativos.....	30
4.3.1 Experimento no Campus II da UEPB, Lagoa Seca/PB.....	30
4.3.2 Experimento na AS-PTA, Esperança/PB.....	32

4.4 Avaliações de crescimento.....	34
4.4.1 Experimento no Campus II da UEPB, Lagoa Seca/PB.....	34
4.4.2 Experimento na AS-PTA, Esperança/PB .....	36
4.5 Infestação por insetos fitófagos e incidência/severidade de doenças .....	39
4.5.1 Experimento no Campus II da UEPB, Lagoa Seca/PB.....	39
5.2 Experimento na AS-PTA, Esperança/PB .....	44
4.6 Avaliação participativa das variedades e cultivares com as famílias agricultoras.....	48
4.7 Análise da diversidade genética de dos genótipos de feijão-caupi .....	50
5 CONCLUSÕES .....	57
REFERÊNCIAS .....	58
APÊNDICES .....	67

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Dados da precipitação anual nos Municípios de Lagoa Seca, PB e Esperança, PB no ano de 2018.....	11
<b>Tabela 2.</b> Características químicas do solo da área experimental do Campus II da UEPB em Lagoa Seca-PB.....	12
<b>Tabela 3.</b> Características químicas da área experimental da AS-PTA em Esperança-PB.....	12
<b>Tabela 4.</b> Análise química do esterco utilizado nos campos experimentais.....	14
<b>Tabela 5.</b> Sequência dos oligonucleotídeos ISSR desenvolvidos pelo laboratório de Biotecnologia da British Columbia University (UBC).....	22
<b>Tabela 6.</b> Germinação de genótipos de feijão-caupi aos cinco e oito dias após adição das sementes no papel Germitest e acondicionadas em câmara de germinação a 25°C de incubação.....	26
<b>Tabela 7.</b> Teor de umidade das sementes de oito genótipos de feijão-caupi avaliados.....	27
<b>Tabela 8.</b> Descritores qualitativos: hábito de crescimento (HC), cor da flor (CF), forma da semente (FS), cor da vagem matura (CVM) e cor da semente (CS), observados em oito genótipos de feijão-caupi.....	29
<b>Tabela 9.</b> Comparação das médias por meio do teste de Tukey para os descritores número de vagens (NV); comprimento da vagem (CV); largura da vagem (LV); número de sementes (NSPV); massa de sementes por planta (MSP) e produtividade em grãos (PROD), obtidos dos oito genótipos de feijão-caupi em Lagoa Seca-PB. Campina Grande, PB, 2019.....	31
<b>Tabela 10.</b> Comparação das médias por meio do teste de Tukey para os descritores número de vagem por planta (NV); comprimento da vagem por planta (CV); largura da vagem por planta (LV); número de sementes por vagem (NSPV); massa de sementes por planta (MSP);	

produtividade em grãos (PROD), obtidos dos oito genótipos de feijão-caupi em Esperança-PB. Campina Grande, PB, 2019.....33

**Tabela 11.** Comparação das médias por meio do teste F com probabilidade de 5% para os descritores de crescimento altura da planta (AP cm); diâmetro do caule (DC) e comparação das médias pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade para largura da planta (LP), número de nós do caule principal (NNCP) e área foliar (AFO) obtido dos oito genótipos de feijão-caupi, em Lagoa Seca-PB. Campina Grande, PB, 2019.....34

**Tabela 12.** Comparação das médias por meio do teste F com probabilidade de 5% para os descritores de crescimento largura da planta (LP mm); diâmetro do caule (DC mm) e comparação das médias pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade para altura da planta (LP mm), número de nós do caule principal (NNCP nº), obtido dos oito genótipos de feijão-caupi, em Esperança, PB. Campina Grande, PB, 2019.....36

**Tabela 13.** Médias do desdobramento das variedades dentro de cada nível de leitura para área foliar (AFO em mm) de genótipos de feijão-caupi no campo experimental da ASPTA em Esperança, PB. Campina Grande, PB.....37

**Tabela 14.** Comparação das médias por meio do teste de Tukey para os descritores de vaquinhas (*Diabrotica speciosa*, *Cerotoma arcuata*); ferrugem (*Uromyces sp*), oídio (*Oidium sp.*); cercosporiose (*Cercospora sp.*); e antracnose (*Colletotrichum sp*), obtido dos oito genótipos de feijão-caupi concernentes ao Campus II em Lagoa Seca-PB. Campina Grande, PB, 2019.....42

**Tabela 15.** Comparação das médias por meio do teste de Tukey para os descritores de vaquinhas (*Diabrotica speciosa*, *Cerotoma arcuata*); ferrugem (*Uromyces sp*), oídio (*Oidium sp.*); cercosporiose (*Cercospora sp.*); e antracnose (*Colletotrichum sp*), obtido dos oito genótipos de feijão-caupi concernentes ao campo experimental da ASPTA em Esperança-PB. Campina Grande, PB, 2019.....46

**Tabela 16.** Comparação das médias por meio do teste de Tukey (5% de probabilidade) para Hábito de crescimento (HC2): Moita, Meira rama, Rama; Altura das plantas (AP2), Número

de vagens por planta (NV2), Tamanho das vagens (TV), Resistência a pragas e doenças (RPD) e Resistência a seca (RS), segundo a avaliação participativa dos agricultores.....49

**Tabela 17.** Bandas geradas, polimórficas dos oligonucleotídeos, taxa de polimorfismo e conteúdo de informação polimórfica, utilizados na caracterização dos genótipos de feijão-caupi.....51

**Tabela 18.** Medidas de diversidade genética para as oito populações de feijão-caupi geradas pelos 11 primers ISSR.....52

**Tabela 19.** Parâmetros genéticos populacionais de feijão-caupi.....53

**Tabela 20.** Medidas Imparciais de Identidade Genética e Distância Genética de Nei (1978) para feijão-caupi.....55

## LISTA FIGURAS

- Figura 1.** Sementes crioulas de feijão-caupi utilizados (a) Azul; (b) Verde Ligeiro; (c) Corujinha; (d) Sempre Verde e (e) Cariri. Campina Grande, PB, 2019.....9
- Figura 2.** Sementes de cultivares comerciais de feijão-caupi utilizadas: (a)BRS-Pajeú; (b) BRS- Guariba e (c) BRS-Novaera. Campina Grande, PB, 2019.....9
- Figura 3.** Croqui da área experimental em Lagoa Seca, PB. Campina Grande 2019.....13
- Figura 4.** Croqui da área experimental em Esperança, PB. Campina Grande 2019.....13
- Figura 5.** Detalhe da parcela experimental dos experimentos. Campina Grande, 2019.....14
- Figura 6.** Escala diagramática de avaliação da intensidade da desfolha causada por vaquinha em feijão caupi. Quintela (2001). Campina Grande, PB, 2019.....18
- Figura 7.** Escala diagramática para porcentagem para oídio em feijoeiro (QUINTELA et al., 2005). Campina Grande, PB, 2019.....18
- Figura 8.** Escala diagramática para ferrugem em feijoeiro (QUINTELA et al., 2005). Campina Grande, PB, 2019.....19
- Figura 9.** Escala diagramática para avaliação da severidade da cercosporiose em feijão-caupi. (ALBERT et al., 2008). Campina Grande, PB, 2019.....19
- Figura 10.** Escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose em feijão-caupi (DALLA PRIA et al., 2003). Adaptado por Deivide Eduardo de Souza Gomes. Campina Grande, PB, 2019.....20
- Figura 11.** Desfolha de Vaquinhas (*Diabrotica speciosa*, *Cerotoma arcuata*), durante os dias 30/04/2018, 07/05/ 2018 e 14/05/2018 nos oito genótipos de feijão-caupi, no Campus II em Lagoa Seca, PB. Campina Grande, PB, 2019.....40

<b>Figura 12.</b> Flutuação do número de percevejos ( <i>Crinocerus sanctus</i> , <i>Piezodorus guildini</i> , <i>Acrosternum sp</i> ) de 30 a 81 dias após a sementeira nas plantas cultivadas no experimento em Lagoa Seca, PB. Campina Grande, PB, 2019.....	41
<b>Figura 13.</b> Gráfico de perfil, obtido pela avaliação de suscetibilidade à Ferrugem ( <i>Uromyces sp</i> ), durante os dias 30/04/2018, 07/05/ 2018 e 14/05/2018 nos oito genótipos de feijão-caupi do Campus II em Lagoa Seca, PB. Campina Grande, PB, 2019.....	43
<b>Figura 14.</b> Severidade de oídio ( <i>Oidium sp.</i> ) nas cultivares (BRS-Pajeú, BRS-Novaera e BRS-Guariba) e variedades (Sempre Verde, Corujinha, Azul, Verde Ligeiro e Cariri) durante os dias 30/04/2018, 07/05/ 2018 e 14/05/2018 nos oito genótipos de feijão-caupi, no Campus II em Lagoa Seca, PB. Campina Grande, PB, 2019.....	44
<b>Figura 15.</b> Intensidade da desfolha de Vaquinhas ( <i>Diabrotica speciosa</i> , <i>Cerotoma arcuata</i> ), durante os dias 26/06/2018, 06/07/ 2018 e 13/07/2018 nos oito genótipos de feijão-caupi, na APSTA em Esperança, PB, Campina Grande, 2019.....	45
<b>Figura 16.</b> Flutuação do número de percevejos ( <i>Crinocerus sanctus</i> , <i>Piezodorus guildini</i> , <i>Acrosternum sp</i> ) de 42 a 85 dias após a sementeira em genótipos de feijão-caupi no experimento na ASPTA em Esperança, PB. Campina Grande, PB, 2019.....	46
<b>Figura 17.</b> Severidade de ferrugem ( <i>Uromyces sp</i> ) nas variedades crioulas e cultivares, durante os dias 06/07/2018, 13/07/ 2018 e 20/07/2018 nos oito genótipos de feijão-caupi, na ASPTA em Esperança, PB, Campina Grande, 2019.....	47
<b>Figura 18.</b> Severidade de oídio ( <i>Oidium sp.</i> ), durante os dias 06/07/2018, 13/07/2018 e 20/07/2018 nos oito genótipos de feijão-caupi, na ASPTA em Esperança, PB, Campina Grande, 2019.....	48
<b>Figura 19.</b> Dendrograma UPGMA baseado na identidade genética de NEI para oito genótipos de feijão caupi.1- BRS-Pajeú, 2- BRS-Guariba, 3-BRS-Novaera, 4-Sempre Verde, 5-Verde Ligeiro, 6-Azul, 7-Cariri e 8-Corujinha.....	54

## LISTA DE APÊNDICES

- Apêndice A.** a) Ensaio de avaliação de genótipos no campo experimental do Campus II da UEPB em Lagoa Seca e b) Ensaio de avaliação de genótipos no campo experimental da ASPTA Assessoria de Assistência Técnica em Agricultura Alternativa, Esperança/PB. Campina Grande, PB, 2019.....68
- Apêndice B.** Detalhe da avaliação participativa das famílias agricultoras na ASPTA em Esperança, PB. Campina Grande, PB, 2019.....68
- Apêndice C.** Resumo das análises de variância para a leitura 1 (cinco dias) e leitura 2 (oito dias), obtido dos nove genótipos de feijão-caupi concernentes ao teste de germinação.....69
- Apêndice D.** Resumo da análise de variância para os descritores número de vagens (NV); comprimento da vagem (CV); largura da vagem (LV); número de sementes (NSPV); massa de sementes por planta (MSP) e produtividade em grãos (PROD), obtidos dos oito genótipos de feijão-caupi concernentes campo experimental do Campus II em Lagoa Seca-PB. Campina Grande, PB, 2019.....70
- Apêndice E.** Gráfico Box plot obtido pelo número de vagens (NV) dos genótipos de feijão-caupi no Campus II de Lagoa Seca, PB. Campina Grande, PB, 2019.....71
- Apêndice F.** Gráfico Box plot obtido pelo número de sementes por vagem (NSPV) dos genótipos de feijão-caupi no Campus II de Lagoa Seca PB. Campina Grande, PB, 2019.....1
- Apêndice G.** Gráfico Box plot obtido pela massa de sementes por planta (MSP) dos genótipos de feijão-caupi no Campus II de Lagoa Seca, PB. Campina Grande, PB, 2019.....72
- Apêndice H.** Gráfico Box plot obtido pela produtividade em grãos (PROD) dos genótipos de feijão-caupi no Campus II de Lagoa Seca, PB. Campina Grande, PB, 2019.....72
- Apêndice I.** Resumo da análise de variância para os descritores número de vagem por planta (NV); comprimento da vagem por planta (CV) largura da vagem por planta (LV); número de sementes por planta (NS); massa de sementes por planta (MSP); produtividade em grãos

(PROD), obtidos dos oito genótipos de feijão-caupi concernente ao campo experimental na ASPTA em Esperança, PB. Campina Grande, PB, 2019.....73

**Apêndice J.** Gráfico Box plot obtido pelo comprimento da vagem (CV) dos genótipos de feijão-caupi na ASPTA em Esperança, PB. Campina Grande, PB, 2019.....74

**Apêndice K.** Gráfico Box plot obtido pelo número de sementes por vagem (NSPV) dos genótipos de feijão-caupi na ASPTA em Esperança, PB. Campina Grande, PB, 2019.....74

**Apêndice L.** Resumo análise de variância para os descritores de avaliações de crescimento altura da planta (AP cm), largura da planta (LP mm), número de nós do caule principal (NNCP nº), diâmetro do caule (DC mm) e área foliar (AFO mm) obtido dos oito genótipos de feijão-caupi concernentes ao Campus II em Lagoa Seca-PB. Campina Grande, PB, 2019.....75

**Apêndice M.** Modelo linear do ajuste de modelos polinomiais de regressão do fator leitura para altura da planta (AP), largura da planta (LP), número de nós do caule principal (NNCP), diâmetro do caule (DC) e área foliar (AFO), obtido dos oito genótipos de feijão-caupi, concernente ao Campus II em Lagoa Seca-PB. Campina Grande, PB, 2019.....76

**Apêndice N.** Resumo análise de variância para os descritores de avaliações de crescimento altura da planta (AP cm), largura da planta (LP mm), número de nós do caule principal (NNCP nº), diâmetro do caule (DC mm) e área foliar (AFO mm) obtido dos oito genótipos de feijão-caupi concernentes ao campo experimental na ASPTA em Esperança, PB. Campina Grande, PB, 2019.....77

**Apêndice O.** Modelo linear do ajuste de modelos polinomiais de regressão do fator leitura para altura da planta (AP), largura da planta (LP), número de nós do caule principal (NNCP) e diâmetro do caule (DC), obtido dos oito genótipos de feijão-caupi, concernente ao campo experimental na ASPTA em Esperança-PB. Campina Grande, PB, 2019.....78

**Apêndice P.** Resultado do desdobramento de tratamentos dentro de cada nível de leitura para o descritor área foliar (AFO), obtido dos oito genótipos de feijão-caupi concernentes ao campo experimental na ASPTA em Esperança, PB. Campina Grande, PB.....78

<b>Apêndice Q.</b> Resultado do desdobramento de leitura dentro de cada tratamento para o descritor área foliar (AFO), obtido dos oito genótipos de feijão-caupi concernente ao campo experimental na ASPTA em Esperança, PB. Campina Grande, PB.....	78
<b>Apêndice U.</b> Modelo linear do ajuste de modelos polinomiais de regressão do fator leitura para área foliar, obtido do resultado do desdobrando leitura dentro de cada nível de tratamento dos genótipos de feijão-caupi BRS-Pajeú, Azul, Cariri, Verde ligeiro e Corujinha, concernentes campo experimental na ASPTA em Esperança-PB. Campina Grande, PB, 2019.....	79
<b>Apêndice V.</b> Resumo da análise de variância para os descritores de vaquinhas ( <i>Diabrotica speciosa</i> , <i>Cerotoma arcuata</i> ); ferrugem ( <i>Uromyces sp</i> ), oídio ( <i>Oidium sp.</i> ); cercosporiose ( <i>Cercospora sp.</i> ); e antracnose ( <i>Colletotrichum sp</i> ), obtido dos oito genótipos de feijão-caupi concernentes ao campo experimental do Campus II em Lagoa Seca-PB. Campina Grande, PB, 2019.....	80
<b>Apêndice W.</b> Gráfico Box plot, obtido pela média das três avaliações de suscetibilidade à oídio ( <i>Oidium sp.</i> ), nos oito genótipos de feijão-caupi, no Campus II em Lagoa Seca, PB. Campina Grande, PB, 2019.....	81
<b>Apêndice X.</b> Gráfico Box plot, obtido pela média das três avaliações de suscetibilidade à cercosporiose ( <i>Pseudocercospora sp</i> ), nos oito genótipos de feijão-caupi, no Campus II em Lagoa Seca, PB. Campina Grande, PB, 2019.....	81
<b>Apêndice Y.</b> Resumo da análise de variância para os descritores de vaquinhas ( <i>Diabrotica speciosa</i> , <i>Cerotoma arcuata</i> ); cercosporiose ( <i>Cercospora sp.</i> ); ferrugem ( <i>Uromyces sp</i> ), oídio ( <i>Oidium sp.</i> ) e antracnose ( <i>Colletotrichum sp</i> ), obtido dos oito genótipos de feijão-caupi concernente ao campo experimental da ASPTA em Esperança-PB. Campina Grande, PB, 2019.....	82
<b>Apêndice Z.</b> Gráfico Box plot, obtido pela média das três avaliações de suscetibilidade à oídio ( <i>Oidium sp.</i> ), nos oito genótipos de feijão-caupi, no Campus II em Lagoa Seca, PB. Campina Grande, PB, 2019.....	83

**Apêndice AA.** Resultado da análise de variância, obtida da avaliação participativa realizada pelas famílias agricultoras: Hábito de crescimento (HC2): Moita, Meira rama, Rama; Altura das plantas (AP2), Número de vagens por planta (NV2), Tamanho das vagens (TV), Resistência a pragas e doenças (RPD) e Resistência a seca (RS).....84

**Apêndice BB.** Gráfico Box plot das médias para hábito de crescimento (HC2) dos oito genótipos avaliados pelas famílias agricultoras. Campina Grande, PB.....85

**Apêndice CC.** Gráfico Box plot das médias para altura da planta (AP2) dos oito genótipos avaliados pelas famílias agricultoras. Campina Grande, PB.....85

**Apêndice DD.** Gráfico Box plot das médias para número de vagens (NV2) dos oito genótipos avaliados pelas famílias agricultoras. Campina Grande, PB.....86

**Apêndice EE.** Gráfico Box plot das médias para tamanho da vagem (TV) dos oito genótipos avaliados pelas famílias agricultoras. Campina Grande, PB.....86

**LISTA DE ABREVIATURAS**

AFO- Área foliar  
AP-Altura da planta  
AS-PTA-Assessoria de Assistência Técnica em Agricultura Alternativa  
CF- Cor da flor  
Ck- Coeficiente de curtose  
CS-Cor da semente  
Cs - Coeficiente de assimetria  
CV- Comprimento da vagem  
CVM- Cor da vagem madura  
CV%- Coeficiente de variação  
DC- Diâmetro do caule  
FS- Forma da semente  
G.L- Graus de liberdade  
GST- divergência gênica entre populações  
HC- Hábito de crescimento  
He- Diversidade genética de Nei  
HS- Diversidade genética média dentro  
HT- Heterozigosidade total  
I- Índice de Informação de Shannon  
IBPGR- Bioversity International  
ISSR- Inter-Simple Sequence Repeats  
LP- Largura da planta  
LV-Largura da vagem  
M100S- Massa de 100 sementes  
MSP- Massa de sementes por planta  
Na- Número observado de alelos  
NDF- Número de dias para a floração  
NNCP- Número de nós do caule principal  
Ne- Número efetivo de alelos  
NLP- Número de locos polimórficos  
Nm- Fluxo gênico  
NSPV- Número de sementes por vagem  
NV- Número de vagens  
NSPV- Número de sementes por vagem  
P- Porcentagem de locos polimórficos  
PROD- Produtividade em grãos

## RESUMO

DINIZ, LIDIANE RODRIGUES. Universidade Estadual da Paraíba/ Embrapa Algodão. Março de 2019. **Caracterização morfoagronômica e molecular de variedades crioulas e cultivares de feijão-caupi em cultivo orgânico**. Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Élide Barbosa Corrêa; Coorientadora: Dr<sup>a</sup>. Nair Helena Castro Arriel.

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) tem elevado valor nutricional e importância socioeconômica, principalmente em países em desenvolvimento, sendo base alimentar e contribuindo para a permanência do homem no campo. A escolha de variedades adaptadas localmente e produtivas e com características de resistência a pragas e doenças é um fator crucial para uma boa produtividade agrícola de qualquer espécie. Variedades crioulas são selecionadas no agroecossistema de cultivo pelos agricultores de acordo com a sua produtividade e resistência a estresses bióticos e abióticos. Objetiva-se nesse estudo, caracterizar de forma morfoagronômica e molecular; e avaliar a resistência de cultivares e variedades crioulas de feijão-caupi a pragas e doenças em dois municípios no estado da Paraíba. Foram utilizadas oito variedades de feijão-caupi, sendo cinco de variedades crioulas (Verde Ligeiro, Sempre Verde, Cariri, Azul e Corujinha) e três de cultivares desenvolvidas pela Embrapa (BRS Pajeú, BRS Novaera e BRS Guariba). Os ensaios foram conduzidos nos municípios de Lagoa Seca (Campus II da UEPB) e Esperança (Assessoria de Assistência Técnica em Agricultura Alternativa - AS-PTA). Os dados morfoagronômicos qualitativos avaliados foram: hábito de crescimento (HC), cor da flor (CF), forma da semente (FS), cor da semente (CS) e cor da vagem madura (CVM). Dentre os caracteres quantitativos foram avaliados número de dias para a floração (NDF), amostra da massa de 100 sementes (M100S), comprimento da vagem (CV), largura da vagem (LV), número de vagens (NV), número de sementes por vagem (NSPV), massa de sementes por planta (MSP) e produtividade em grãos (PROD). Sendo realizadas quatro leituras de análise de crescimento da altura da planta (AP), largura da planta (LP), número de nós do caule principal (NNCP), diâmetro do caule (DC) e área foliar (AFO). A incidência e severidade de pragas e doenças foram avaliadas durante todo o ciclo de produção. No município de Esperança foi realizada avaliação qualiquantitativa complementar dos genótipos estudados, por meio de avaliação participativa de forma conjunta com os agricultores. Há variabilidade morfoagronômicas entre os oito genótipos de feijão-caupi. Com exceção da BRS-Guariba, a variável número de sementes por vagem é influenciada pelo ambiente entre os genótipos. A variedade Corujinha, as cultivares BRS-Pajeú e BRS-Guariba obtiveram maior resistência ao oídio. As cultivares BRS-Novaera e BRS-Guariba apresentam bons valores médios para número de vagens, mas baixos valores médios para número de sementes por vagem. A cultivar BRS-Novaera teve elevada infestação de percevejos. A cultivar BRS-Novaera tem alta suscetibilidade a oídio e a cercosporiose. Os resultados da avaliação qualiquantitativa participativa dos agricultores estão correlacionados com os oriundos da pesquisa para os parâmetros avaliados hábito de crescimento, altura da planta, número de vagens e tamanho das vagens. Quanto à análise molecular, foram testados 43 oligonucleotídeos ISSR (Inter-Simple Sequence Repeats), dentre os quais, onze foram selecionados para as análises moleculares, pois geraram fragmentos claros e consistentes. Os marcadores ISSR contribuíram para a diferenciação genética e o dendrograma gerado pela UPGMA separou os genótipos em dois grupos genotípicos pelo perfil polimórfico. O maior valor de similaridade genética ocorreu entre os genótipos populacionais de feijão-caupi Sempre Verde e Verde Ligeiro, sendo os mais semelhantes geneticamente. Como as

variedades Sempre Verde e Verde Ligeiro foram as que apresentaram menor distância entre si, indica possível base genética estreita. Os dados foram interpretados como qualiquantitativos para os caracteres morfoagronômicos e qualitativos binários para os marcadores moleculares. Conclui-se que os genótipos BRS-Pajeú, Corujinha e Azul têm maior produtividade e resistência a pragas e doenças nas condições estudadas no presente trabalho.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*. Pragas. Doenças. marcadores ISSR.

## ABSTRACT

DINIZ, LIDIANE RODRIGUES. State University of Paraíba/Embrapa Cotton. March of 2019. **Morphoagronomic and molecular characterization of local varieties and cultivars of cowpea in organic cultivation.** Advisor: Dr<sup>a</sup>. Élidea Barbosa Corrêa; Coorientadora: Dr<sup>a</sup>. Nair Helena Castro Arriel.

Cowpea (*Vigna unguiculata*) has high nutritional value and socioeconomic importance, mainly in developing countries, being food based and contributing to the permanence of man in the field. The choice of locally adapted, productive varieties with resistance to pests and diseases is a crucial factor for good agricultural productivity. Local varieties are selected in the agroecosystem of cultivation by farmers according to their productivity and resistance to biotic and abiotic stresses. The objective of this study is to characterize morphoagronomically and molecularly; and to evaluate the resistance to pests and diseases of cultivars and local varieties of cowpea in two municipalities in the state of Paraíba. Eight genotypes of cowpea were used, being five local varieties (Verde Ligeiro, Semper Verde, Cariri, Azul and Corujinha) and three cultivars developed by Embrapa (BRS Pajeú, BRS Novaera and BRS Guariba). The trials were conducted in the municipalities of Lagoa Seca (Campus II of the UEPB) and Esperança (Advice of Technical Assistance in Alternative Agriculture - AS-PTA). The qualitative morphoagronomic data evaluated were: growth habit (GH), flower color (CF), seed form (SF), seed color (SC) and mature pod color (MPC). The quantitative data evaluated were number of days for flowering (NDF), mass of 100 seeds (M100S), pod length (PL), pod width (PW), number of pods (PN), number of seeds per pod (NSP), seed mass per plant (SMP) and yield (YIE). Four readings were performed for analysis of plant height (PH), plant width (PW), number of main stem nodes (NSN), stem diameter (SD) and leaf area (LA). The incidence and severity of pests and diseases were evaluated throughout the production cycle. In the municipality of Esperança a quantitative complementary evaluation of the studied genotypes was carried out, through a participatory evaluation with the farmers. There are morphoagronomic variability among the eight genotypes of cowpea tested. With the exception of BRS-Guariba, the variable number of seeds per pod is influenced by the environment among the genotypes. The variety Corujinha, cultivars BRS-Pajeú and BRS-Guariba obtained greater resistance to powdery mildew. The cultivars BRS-Novaera and BRS-Guariba present good average values for pod number, but low average values for number of seeds per pod. The cultivar BRS-Novaera had high infestation of bed bugs. The cultivar BRS-Novaera has high susceptibility to powdery mildew and cercosporiosis. The results of the participative qualitative and quantitative evaluation of the farmers are correlated with those from the research for the parameters evaluated growth habit, plant height, and size of pods. As for molecular analysis, 43 oligonucleotide ISSRs (Inter-Simple Sequence Repeats) were tested, among which eleven were selected for the molecular analyzes, since they generated clear and consistent fragments. ISSR markers contributed to genetic differentiation and the dendrogram generated by UPGMA separated the genotypes into two genotypic groups by the polymorphic profile. The highest value of genetic similarity occurred among the genotypes of Sempre Verde and Verde Ligeiro, being the most genetically similar. As the Sempre Verde and Verde Ligeiro varieties were those that

presented the least distance between them, it indicates a possible narrow genetic base. The data were interpreted as qualiquantitative for morphoagronomic and qualitative binary characters for molecular markers. It is concluded that the genotypes Corujinha, BRS-Pajeú e Azul have greater productivity and resistance to pests and diseases in the conditions studied in the present work.

**Keywords:** *Vigna unguiculata*. pests. diseases. ISSR markers

## 1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) tem grande importância socioeconômica em vários países. Além do Brasil é consumido em diversos lugares da África e União Européia (SOBRINHO, 2017; DE RON et al., 2018). No território brasileiro, o feijão-caupi, também é denominado como feijão-frade, macassar, feijão-corda, feijão-da-colônia e feijão-de-praia, sendo uma espécie vegetal cultivada por agricultores familiares de base ecológica ou convencional; e também por empresários do setor agrícola (SILVA, 2016; SANTOS et al., 2016; TORRES et al., 2016; CARVALHO et al., 2016; SOBRINHO, 2017; CARVALHO, et al., 2017a; CARVALHO, et al., 2017b; DE RON et al., 2018).

O cultivo do feijão-caupi se estende por todo o território brasileiro, tendo três safras anuais. Dentre os países que compõe o Mercosul, o Brasil apresenta maior produção, cerca de 3,1 milhões de toneladas anualmente, seguido da Argentina com 350 mil toneladas (CONAB, 2018b). Na Região Nordeste é cultivada a maior área de feijão-caupi na primeira safra, com uma estimativa de cultivo entre 392,9 mil e 403,9 mil hectares. No Estado da Paraíba, a área de feijão-caupi estimada é de 80,0 mil hectares e produção de 28,6 mil toneladas na safra 2018/2019 (CONAB, 2018a).

Apesar da importância socioeconômica do feijão-caupi são poucos os estudos quanto aos sistemas de produção da espécie; principalmente em cultivo orgânico. As variedades de caupi apresentam diferentes características eco-fisiológicas e agro-morfo-fisiológicas (DE RON et al., 2018), sendo necessário maior aprofundamento quanto ao seu cultivo e também quanto a resistência a pragas e doenças.

As variedades crioulas, mantidas por agricultores em bancos de sementes, apresentam componentes heterozigóticos com características de adaptabilidades ambientais específicas (RAGGI et al., 2013; DE RON et al., 2018;). Na Paraíba, a utilização de sementes crioulas de feijão-caupi é feita por agricultores familiares e são denominadas na região como sementes crioulas ou da paixão, sendo seu uso de predomínio no território (SANTOS et al., 2016).

O feijão-caupi tem elevada diversidade originada ao longo dos séculos; e como em toda cultura, apresenta pragas e doenças que afetam em quantidade e qualidade da produção. As pragas e doenças que incidem sobre o feijão-caupi podem ser divididas de acordo com o local de ataque. Dentre os principais insetos que atacam a parte aérea são vaquinhas-do-feijoeiro (*Cerotoma sp*), a vaquinha-verde (*Diabrotica speciosa*), pulgão preto (*Aphis craccivora*) e minador das folhas (*Liriomyza sativae*). A principal praga dos órgãos reprodutivos é o percevejo vermelho do caupi (*Crinocerus sanctus*). Quanto às doenças, o mosaico-rugoso

(vírus do mosaico-em-desenho do feijoeiro), oídio (*Erysiphe polygoni*), ferrugem (*Uromyces phaseoli*), cercosporiose (*Pseudocercospora cruenta* e *Cercospora canescens*) e antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) têm elevada incidência sobre a cultura (SANTOS et al., 1982; RIOS et al., 2001; SANTANA et al., 2012; BIANCHIN & PITTA, 2014; RODRIGUES & COELHO, 2016; SILVA, 2016; DUANGSONG et al., 2018).

A realização da caracterização morfoagronômica e molecular do feijão-caupi constitui uma etapa muito importante em trabalhos com o germoplasma da espécie, permitindo conhecer aspectos sobre a cultura e auxiliar o manejo pelos agricultores, bem como identificar fontes de germoplasma que apresentem características de interesse tais como produtividade, resistência à pragas e doenças, uso eficientes de nutrientes, tolerância a estresses abióticos, dentre outras, para integrar programas de melhoramento (CARVALHO et al., 2017b; CARVALHO et al., 2016). A utilização da caracterização molecular é um importante subsídio para complementar as características fenotípicas dos indivíduos por meio da utilização de marcadores moleculares. Os marcadores ISSR (Inter-Simple Sequence Repeats) são os mais recomendados para serem utilizados com feijão-caupi visando vários locos genômicos e ampliando segmentos de DNA (IGWE et al., 2017).

### **1.1 Objetivo geral**

-Caracterizar de forma morfoagronômica e molecular; e avaliar a resistência a pragas e doenças de cultivares e variedades crioulas de feijão-caupi.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Avaliar morfoagronomicamente por meio de caracteres qualitativos e quantitativos variedades crioulas e cultivares de feijão-caupi;
- Avaliar a severidade e incidência de doenças em variedades crioulas e cultivares de feijão-caupi cultivadas em Lagoa Seca/PB e Esperança/PB.
- Avaliar a ocorrência de pragas em variedades crioulas e cultivares de feijão-caupi cultivadas em Lagoa Seca/PB e Esperança/PB.
- Avaliar a produção de variedades crioulas e cultivares de feijão-caupi cultivadas em Lagoa Seca/PB e Esperança/PB.
- Selecionar primers para a caracterização molecular de genótipos de feijão-caupi.
- Realizar a caracterização molecular de genótipos de feijão-caupi.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos gerais da cultura do feijão-caupi e importância socioeconômica

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma planta que foi primeiramente descrita por Linnaeus como *Dolichos unguiculatus* L., sendo posteriormente classificada por Walpers como *Vigna unguiculata* (L.) Walp (PASQUET, 1998). Essa leguminosa constitui uma espécie diploide, pertence à divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Leguminosae, tribo Phaseoleae, gênero *Vigna*. O gênero *Vigna* inclui mais de 80 espécies (BADIANE et al., 2014; IGWE et al., 2017).

Originário da África Ocidental, o feijão-caupi é uma das leguminosas mais importantes, tanto como alimento quanto como gerador de emprego e renda, sendo cultivada mundialmente em trópicos semiáridos da Ásia, África, sudeste da Europa e América Central e do Sul; tendo alto valor cultural e socioeconômico em diversas comunidades locais do mundo inteiro (FREIRE FILHO et. al, 2011; AKIBODE & MAREDIA, 2011; GONÇALVES et al., 2016; NASSAUROU et al., 2017; DE LUCA et al., 2018; DUROJAYE et al., 2019).

No Brasil, essa cultura foi introduzida no estado da Bahia pelos portugueses no século XVI e sua produção concentra-se, especialmente, nas regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste. Seus grãos são excelentes fonte de proteínas, minerais e fibras, com baixo teor de gordura, o que constitui como um dos principais componentes da dieta alimentar das populações rurais e urbanas, principalmente, das regiões Norte e Nordeste. Além de utilizado como fonte de alimentação para consumo humano, as partes secas da planta, são utilizadas para ração animal por sua riqueza em macro e micronutrientes, forragem do gado e adubação verde para melhoria do solo e produtividade das plantas (FREIRE FILHO et. al, 2011; SILVA, 2016; SILVA et. al, 2016).

Os maiores produtores mundiais da cultura são Nigéria, Níger e Brasil (DUROJAYE et al., 2019; FERREIRA et al., 2018). Dos países constituintes do Mercosul, o Brasil é o principal produtor, com cerca de 3,1 milhões de toneladas anuais; seguido da Argentina, com 350 mil toneladas; do Paraguai, com 56,0 mil toneladas e do Uruguai, com 3,5 mil toneladas (CONAB, 2018b). Cultivado em diversas regiões do país, o seu plantio deve levar em consideração a temperatura ao redor de 15 a 30 °C. A região Nordeste destaca-se como a maior produtora e consumidora de feijão-caupi no Brasil (SILVA et. al, 2016), por sua rusticidade e capacidade de adaptação às condições de clima e solo dessa região. Além de possuir uma grande variabilidade genética, sendo uma cultura considerada versátil, usado em

diferentes sistemas de produção, tradicionais ou modernos (GONÇALVES et al., 2016; DE RON et al., 2018).

No Brasil, o feijão-caupi tem cultivo principalmente na região Nordeste, sendo cultivada a maior área de feijão-caupi na primeira safra. A estimativa da safra 2018 é que tenham sido cultivados entre 392,9 mil e 403,9 mil hectares. A maior parte das sementes para o cultivo no Nordeste é advinda de seleção de materiais do próprio produtor (CONAB, 2018a).

No Estado da Paraíba o feijão-caupi é muito apreciado, sendo que as variedades crioulas são cultivadas predominantemente pelos agricultores familiares de base ecológica. Variedades crioulas, também denominadas de sementes da paixão na Paraíba, são materiais caracterizados por uma ampla variabilidade genética, sendo fontes de genes tolerantes e/ou resistentes aos fatores bióticos e abióticos, sendo importante fator de segurança alimentar para as famílias que as cultivam.

De acordo com a Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes de Mudas e dá outras providências “Cultivar local, tradicional ou crioula é uma variedade desenvolvida, adaptada ou produzida por agricultores familiares, assentados da reforma agrária ou indígenas, com características fenotípicas bem determinadas e reconhecidas pelas respectivas comunidades e que, a critério do Mapa, considerados também os descritores socioculturais e ambientais, não se caracterizem como substancialmente semelhantes às cultivares comerciais” (PRESIDÊNCIA, 2003). O conhecimento da diversidade genética entre as raças crioulas de feijão-caupi é importante para a preservação de variedades locais e é a base para a obtenção de variedades melhoradas (CARVALHO et al., 2017b).

### **2.3 Estresses bióticos (doenças e pragas) em feijão-caupi**

A identificação de doenças e pragas em plantas tem papel fundamental para o sistema agrícola, pois a partir da detecção de determinado estresse os danos na produtividade agrícola podem ser amenizados. Apesar da rusticidade do feijão-caupi, a incidência de doenças e a infestação de insetos fitófagos podem causar elevados danos econômicos aos agricultores. Nos diferentes estágios de desenvolvimento da cultura podem ocorrer danos.

As principais doenças relatadas para o feijão-caupi são a ferrugem, a cercosporiose, a antracnose, o oídio e as viroses. A ferrugem, causada por *Uromyces appendiculatus*, destaca-se como uma das principais (PIO-RIBEIRO; ASSIS FILHO, 2016). O principal sintoma na

planta acontece no limbo foliar, expressando pústulas na cor de ferrugem. Essa doença acarreta a queda prematura das folhas e flores, reduzindo conseqüentemente a produção. A cercosporiose (*Pseudocercospora cruenta* e *Cercospora canescens*) provoca manchas irregulares, angulosas, cloróticas que se tornam marrons ou avermelhadas, capaz de reduzir o número de vagens por planta, número e peso das sementes por vagem por causa da redução da atividade fotossintética (DUANGSONG et al., 2018). A antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) pode afetar toda a parte aérea da planta, no entanto, lesões de coloração marrom escura ou café com tamanho e formas variadas têm maior ocorrência nas vagens. O oídio (*Oidium* sp.) causa manchas recobertas por uma massa pulverulenta acinzentada em toda a parte aérea. De acordo com Santana (et al., 2012) essa doença diminui a produtividade agrícola em consequência da desfolha por causa da necrose presente na área foliar. Dentre as viroses que incidem sobre o feijão-caupi, as principais são o mosaico rugoso do caupi (*Bean rugose mosaic virus*, BRMV), Mosaico-severo-do-caupi (*Cowpea severe mosaic virus*, CpSMV), vírus do mosaico comum do feijoeiro (BCMV; família *Potyviridae*, gênero *Potyvirus*) (ASSUNÇÃO et al., 2005; CASTILLO-URQUIZA et al., 2006; FREITAS et al., 2019), dentre outras.

Os insetos fitófagos ocorrem de acordo com a fenologia do feijão-caupi, devido à produção de alimento ideal para os insetos. De acordo com Silva (2016) na fase vegetativa (5 a 40 dias) ocorrem os insetos como lagarta elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*) (Lepidoptera: Pyralidae), vaquinhas (*Diabrotica speciosa* e *Cerotoma arcuatus*) (Coleoptera: Chrysomelidae), cigarrinha-verde (*Empoasca kraemeri*) (Hemiptera: Cicadellidae), pulgões (*Aphis craccivora*, *Aphis gossypii* e *Aphis fabae*) (Hemiptera: Sternorrhyncha, Aphididae), mosca-branca (*Bemisia tabaci*) biótipo B (Hemiptera: Sternorrhyncha, Aleyrodidae) e minador-das-folhas (*Liriomyza sativae*) (Diptera: Agromyzidae); na fase reprodutiva (40 a 80 dias) temos vaquinhas, cigarrinhas, pulgão, mosca-branca, minador-das-folhas, percevejos [percevejo vermelho do feijão-caupi (*Crinocerus sanctus*) (Hemiptera: Coreidae), percevejo verde da soja (*Nezara viridula*) (Hemiptera: Pentatomidae), manhoso (*Chalcodermus bimaculatus*) (Coleoptera: Curculionidae), caruncho (*Callosobruchus maculatus*) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae), dentre outras.

O manejo de doenças e pragas em feijão-caupi é realizado por variedades resistentes/tolerantes, sementes sadias e certificadas, manejo dos insetos vetores de viroses, eliminação de hospedeiros alternativos de viroses, utilização de barreiras vivas com gramíneas para diminuir a disseminação dos vírus pelos vetores, aumento do arejamento entre as plantas, para diminuir a umidade e a disseminação dos patógenos entre as plantas, plantio em solos com

boa fertilidade, uso de cobertura no solo, destruição de restos de culturas, rotação de culturas e na agricultura convencional são utilizados agrotóxicos (ANDRADE, 2002; PIO-RIBEIRO; ASSIS FILHO, 2005; LIMA et al., 2005; ATHAYDE SOBRINHO, 2016). Na agricultura familiar orgânica para o manejo de pragas e doenças utilizam-se principalmente a rotação de culturas, variedades resistentes, agentes de controle biológico e produtos alternativos como a aplicação de extratos ou óleos derivados de plantas (SILVA, 2016).

A caracterização da resistência a pragas e doenças de variedades/cultivares de feijão caupi é extremamente importante para fomentar o cultivo da cultura entre os diversos sistemas produtivos. No processo evolutivo as plantas enfrentam agentes patogênicos que afetam seu funcionamento normal. As camadas cuticulares e a parede celular são as primeiras barreiras que os patógenos encontram como também compostos antimicrobianos (ZHANG et al., 2012). A resistência de plantas mostra qualidades que são hereditárias no vegetal que influenciam no nível de dano provocado pelo agente patogênico em relação à outra planta da mesma espécie; sendo conhecida como uma estratégia integrada de manejo de pragas, implicada ao uso intencional de variedades de culturas resistentes (GALLO, 2002; STOUT, 2014). Uma espécie tolerante se mostrará capaz de produzir significativamente, sem danos econômicos aos produtores, diferente de uma espécie suscetível.

## **2.6 Descritores morfoagronômicos de *Vigna unguiculata***

Devido ao aumento da valorização da espécie, estudos quanto às caracterizações morfológicas e agronômicas de feijão-caupi estão aumentando ao longo dos anos (CARVALHO et al., 2017b). A caracterização morfoagronômica fornece informações essenciais para a identificação dos genótipos divergentes, além de orientar quanto à escolha das variedades com características resistentes a fatores bióticos e abióticos (BERED et al., 1997).

As variedades de feijão-caupi são símbolos tradicionais que apresentam ao longo do tempo uma estreita relação entre agricultor e o meio ambiente, tendo sido selecionadas para dar uma melhor resposta às necessidades e às preferências do homem e às condições agroambientais em que eram cultivadas. Tendo como base as variedades locais antigas, que ainda preservam elevada variabilidade genética, é possível estabelecer uma estratégia de melhoramento do feijão-caupi com o objetivo de obter variedades mais produtivas, com tolerância à seca, altas temperaturas, pragas e doenças (PAULINO; GOMES, 2015)

A caracterização morfoagronômica de variedades de feijão-caupi para o estudo da diversidade é realizada de forma qualitativa, como o hábito de crescimento, cor de flor e semente que são características padrões da espécie e também de forma quantitativa como o número de vagens por planta, número de sementes e peso das sementes por planta (BETTENCOURT, 2007; CARVALHO et al., 2016; CARVALHO et al., 2017b). Análises morfoagronômicas não precisam de equipamentos sofisticados e têm baixo custo, sendo utilizadas como um dos primeiros passos em avaliações de estudos genéticos. Porém, são características que podem ser alteradas em função das condições de ambiente, e assim, refletem a interação entre genótipo e ambiente. Em estudos realizados por foram observados que são consideradas importantes características qualitativas do feijão-caupi a cor, tamanho e casca da semente. No mesmo estudo foi verificado que a avaliação da floração no que se refere à floração tardia do feijão-caupi é de fundamental importância para a seleção de genótipos, pois a cultura teve maior suscetibilidade à seca durante essa fase (CARVALHO et al. 2017b).

A caracterização morfoagronômica tem sido recomendada para estudos de populações tradicionais de feijão-caupi, as chamadas sementes crioulas. Essa caracterização é necessária para que se tenha maior conhecimento dessas linhagens. Os estudos morfoagronômicos fornecem informações que auxiliarão na identificação dos genótipos mais divergentes aumentando as chances de obtenção de ganhos genéticos em programas de melhoramento (CARVALHO et al., 2017a; CARVALHO et al., 2017b).

## **2.7 Marcadores moleculares para *Vigna unguiculata***

Além das análises morfoagronômicas, as descrições das características das variedades podem ser feitas por meio da caracterização molecular (BRUNO et al., 2017). Os marcadores moleculares são ferramentas importantes para acesso de informações do DNA vegetal, têm sido amplamente utilizados em pesquisas de diversidade genética, identificação de variedades, análises filogenéticas, mapeamento de genes e para classificar diversas culturas (SANTANA et al., 2016; ALGHAMDI et al., 2018), fornecendo quantidade ilimitada de dados em qualquer estágio de desenvolvimento da planta, sendo importantes em estudos genéticos de populações vegetais (HOFFMAN; BARROSO, 2006) e identificação de genes que estão associados a fatores bióticos ou abióticos (BERED et al., 1997).

Os marcadores moleculares permitem gerar informações com pureza genética, um número ilimitado de polimorfismo que oferece a distinção entre acessos com morfologia

similar de forma simples e a custos reduzidos (HOFFMANN; BARROSO, 2006; MOULIN et al., 2012). O marcador do tipo marcador *Inter Sample Sequence Repeat* (ISSR) vêm sendo os mais utilizados para a avaliação da diversidade genética de feijão-caupi (CARVALHO et al. 2017a). Os marcadores ISSR visam vários locos genômicos e ampliam os segmentos de DNA (IGWE et al., 2017).

Pesquisas referentes ao estudo da diversidade genética ajudam a conhecer e identificar genótipos vegetais dentro dos bancos de germoplasma, entendendo os níveis de distinção que pode ocorrer entre indivíduos quanto à origem e parentescos gerados, de forma que venha contribuir para o uso e intercâmbio de material. Esse estudo acontece por meio da coleta de informações no campo e em laboratório. Necessitando de investimentos para resultar em ganhos para uma comunidade local e pra sociedade de maneira geral (ALGHAMDI et al., 2018; EGBADZOR et al., 2014).

A garantia da homogeneidade do feijão tem dificuldades pra acontecer devido que as progênies que são selecionadas são misturas de linhagens puras, apresentando heterogeneidade genética. Outro fator observado é que essa heterogeneidade pode ocorrer pelo cruzamento natural entre as linhagens ocasionado pela mistura mecânica ou espaçamento insuficiente (FALEIRO, 2007).

Para realizar a caracterização da diversidade genética dentro de uma população, pode-se utilizar medidas de diversidade genética intrapopulacional, identificando número de locos polimórficos; polimorfismo; número observado e efetivos de alelos; diversidade genética de Nei e índice de informação de Shannon (SOLÉ-CAVA, 2001; OLIVEIRA, 2002; CHEN et al., 2017; IGWE et al., 2017).

Segundo Barbieri et al. (2005) quanto maior for a divergência dos genitores, maior será variabilidade advinda da população segregante. Sendo elevada a probabilidade de reagrupar os alelos em novas combinações favoráveis. Algumas técnicas de análise multivariada têm sido utilizadas para estimar a divergência genética (BENIN et al., 2003). A análise da diversidade genética de Nei (1973) toma como base na heterozigiosidade gênica ou alélica. Permitindo estimar um componente de diversidade entre e outro componente de diversidade dentro das unidades experimentais como populações e sub-populações.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Variedades crioulas e cultivares de feijão-caupi

O material experimental constou de oito genótipos de feijão-caupi (variedades e cultivares), sendo cinco variedades crioulas cedidas por agricultores: Verde Ligeiro (Esperança/PB), Cariri (Queimadas/PB), Sempre Verde (Esperança/PB), Azul (Massaranduba/PB) e Corujinha (Esperança/PB) e três cultivares cedidas pela Embrapa Semiárido Embrapa: BRS- Pajeú, BRS- Guariba e BRS-Novaera (Teresina, PI).



**Figura 1.** Sementes crioulas de feijão-caupi utilizados (a) Azul; (b) Verde Ligeiro; (c) Corujinha; (d) Sempre Verde e (e) Cariri. Campina Grande, PB, 2019.



**Figura 2.** Sementes de cultivares comerciais de feijão-caupi utilizadas: (a) BRS-Pajeú; (b) BRS-Guariba e (c) BRS-Novaera. Campina Grande, PB, 2019.

### **3.2 Teste de germinação**

Teste de germinação foi realizado com as sementes para a determinação da viabilidade das mesmas. As análises foram realizadas no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual da Paraíba, Campus II, Lagoa Seca, PB. Para o teste de germinação foram utilizadas quatro repetições de 100 sementes, distribuídas sobre papel Germitest umedecido com água destilada com quantidade de 2,5 vezes o peso do papel seco. As sementes foram acondicionadas em câmara de germinação onde foi mantida a temperatura constante de 25°C, durante oito dias, conforme as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos pela contagem de sementes germinadas, verificando o surgimento das plântulas normais obtidas no quinto dia e oitavo dia após a instalação do teste. O teste foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 100 sementes cada. Os dados de contagem foram submetidos à análise de variância e teste de comparações de médias de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade.

### **3.3 Determinação da umidade das sementes**

A determinação do grau de umidade das sementes nos oito genótipos avaliados foi realizada no laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual da Paraíba, Campus II em Lagoa Seca, PB. Realizado por método de estufa (110°C, por 24 horas) seguindo as Regras para Análise de Sementes-RAS (BRASIL, 2009).

O grau de umidade de uma amostra é representado pela perda de peso e expresso pela porcentagem da amostra original. Foram pesadas em uma balança de precisão 10 gramas de cada genótipo colocadas em recipientes de metal não corrosível. Os recipientes estavam limpos, secos e com identificação. Passado o tempo determinado, as amostras foram pesadas novamente para o valor do peso seco. A umidade foi determinada conforme o modelo matemático estabelecido por Herart et al. (1981, apud ALMEIDA et al., 2004).

### **3.4 Caracterização das áreas experimentais**

Dois experimentos no campo foram realizados em locais diferentes (Campus II da Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Lagoa Seca/PB e AS-PTA, Esperança-PB), utilizando-se o mesmo delineamento experimental. Os experimentos foram conduzidos no sistema orgânico de produção, sendo esse utilizado pelos agricultores familiares de base

ecológica na Paraíba. Não foram utilizadas medidas de controle biológico e alternativo para o controle de pragas e doenças.

O experimento no Campus II, Lagoa Seca/PB foi realizado no período entre os meses de março/junho de 2018 e (ii) o experimento na Assessoria de Assistência Técnica em Agricultura Alternativa (AS-PTA), Esperança/PB no período entre os meses de abril/julho de 2018. O campus II da UEPB é localizado no município de Lagoa Seca com coordenadas geográficas: 7° 10' 15" S, 35° 51' 14" W, clima tropical úmido (As'), altitude de 634 m, com temperatura média anual em torno de 22°C sendo a mínima de 18°C e a máxima de 33°C. A AS-PTA é localizada em Esperança tendo latitude: 07° 01' 59" S, longitude: 35° 51' 26" W, altitude: 631m.

Os tratos culturais aconteceram normalmente para a cultura, incluindo irrigação por aspersão para o campo experimental do experimento no Campus II da UEPB, sendo instalados cinco aspersores entre as parcelas. O sistema de irrigação foi acionado três vezes e durante todo o ciclo vegetativo da cultura, pois a região apresentou índices consideráveis de chuva durante os meses de desenvolvimento da cultura (Tabela 1). O experimento na ASPTA foi em condições de sequeiro.

**Tabela 1.** Dados da precipitação anual nos Municípios de Lagoa Seca, PB e Esperança, PB no ano de 2018.

ÁREA	MESES/2018											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>Lagoa Seca</b>	92,2	188,0	97,0	207,6	150,2	78,3	53,8	3,9	24,4	1,0	10,9	21,9
<b>Esperança</b>	40,3	128,3	113,3	161,2	66,8	60,1	48,4	2,7	0,0	3,0	0,0	10,9

**Fonte:** AESA. Disponível em: < <http://www.aesa.pb.gov.br> >.

A coleta da amostra de solo das áreas aconteceu antes da semeadura, sendo adquirida por dez pontos de amostragens simples com profundidade de aproximadamente 20 cm, a coleta foi feita no formato de ziguezague nas duas áreas experimentais, com apoio de uma enxada. A amostra de solo do Campus I da UEPB foi realizada em fevereiro e a da AS-PTA em abril de 2018. Cada amostra simples foi colocada em um saco plástico limpo e sendo bem misturadas, compondo uma mistura composta com cerca de 500 gramas.

**Tabela 2.** Características químicas do solo da área experimental do Campus II da UEPB em Lagoa Seca-PB

<i>Solo</i>	pH	P	K	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Ca	Mg	Al	H+Al	MO
<b>Lagoa Seca Franco arenoso</b>	4,8	45	2,6	0,22	0,5	91	2,7	1,6	26	8	0	25	14

**Fonte:** Laboratório de Análise de solo e foliar-Ribersolo em Ribeirão Preto, SP.

**Tabela 3.** Características químicas da área experimental da AS-PTA em Esperança-PB.

<i>Solo</i>	pH	P	K	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Ca	Mg	Al	H+Al	MO
<b>Esperança Arenoso</b>	5,7	39	2,0	0,20	1,0	34	2,8	1,8	32	10	0	10	13

**Fonte:** Laboratório de Análise de solo e foliar-Ribersolo em Ribeirão Preto, SP.

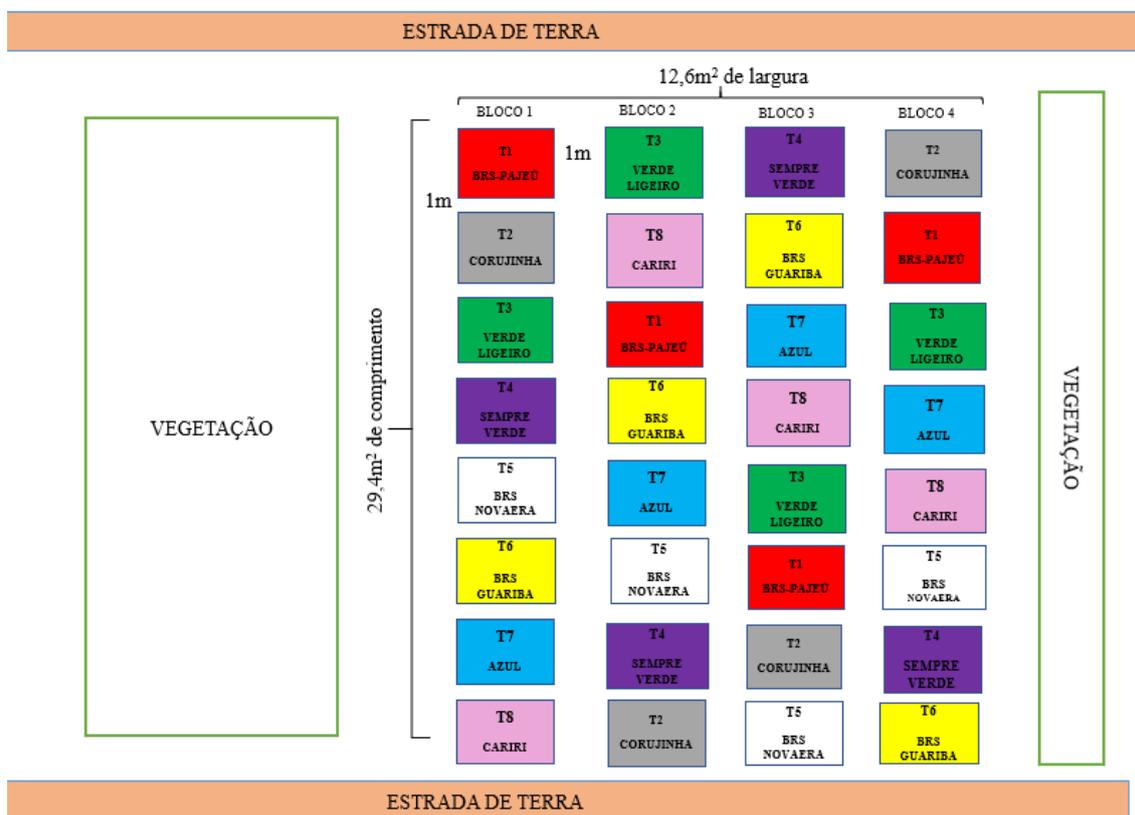
Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições e oito tratamentos. As parcelas experimentais apresentaram dimensões de comprimento 2,8 m e 2,4 m de largura, totalizando cada parcela uma área de 6,72m<sup>2</sup>. Tendo cada área experimental 12,6m<sup>2</sup> de largura e 29,4m<sup>2</sup> de comprimento, totalizando uma área de 370,44m<sup>2</sup>.

As parcelas foram constituídas por quatro fileiras com oito plantas espaçadas em 0,40 m entre si e 0,80 m entre linhas, resultando em 32 plantas por parcela, distribuídas em 32 parcelas, com distância entre parcela de 1m. Um total de 31.250 plantas/ha Tendo como área útil as duas fileiras centrais.

O preparo do solo constou de aração, gradagem (Campus II em Lagoa Seca/PB) e marcação de covas com auxílio de enxada (Campus II em Lagoa Seca/PB e ASPTA em Esperança/PB) e marcação das áreas foi feita utilizando uma fita métrica de 50m, havendo a marcação das parcelas com piquetes, cada parcela foi demarcada com placas de identificação com os nomes de cada genótipo e oito cores de fita para melhor diferenciação.



**Figura 3.** Croqui da área experimental em Lagoa Seca, PB. Campina Grande 2019.



**Figura 4.** Croqui da área experimental em Esperança, PB. Campina Grande 2019.



**Figura 5.** Detalhe da parcela experimental dos experimentos. Campina Grande, 2019.

A adubação nos experimentos foi orgânica, adicionando-se 500g de esterco bovino curtido, por cova, 25 dias antes da semeadura. Análise química foi realizada no esterco utilizado (Tabela 4).

**Tabela 4.** Análise química do esterco utilizado nos campos experimentais

<i>Substrato</i>	<b>pH</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Na</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>H+Al</b>	<b>C</b>	<b>MO</b>
<b>Solo</b>		cmol /dm <sup>3</sup>		cmol /dm <sup>3</sup>				g/kg	
	8,2	114,73	2334,16	1,61	0,95	0,75	0,33	182,57	314,75

**Fonte:** Laboratório de Química e Fertilidade de solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba no município de Areia (PB).

Foram semeadas três sementes por cova e aos 28 dias do plantio, foi realizado o desbaste, deixando uma planta por cova. Para cada planta utilizada para coleta de dados foram inseridas fitas brancas para marcação.

### 3.6 Caracterização morfoagronômica de *Vigna unguiculata*

A caracterização morfoagronômica dos oitos genótipos estudados de feijão-caupi foi realizada de acordo com os descritores de *V. unguiculata*, de acordo com o Bioversity International (IBPGR, 2007).

Os caracteres qualitativos avaliados foram: hábito de crescimento, cor da flor, forma da semente, cor da semente, vigor da planta e cor da vagem madura.

- Hábito de crescimento (HC): Avaliado na 6<sup>a</sup> semana depois da semeadura: Erecto agudo (ramos formam ângulo agudo com o caule principal), Erecto (ângulo de inserção dos ramos formando ângulos menos agudos do que o anterior), Semiereto (ramos perpendiculares ao caule principal, mas não tocando no chão), Intermédio (a maior parte dos ramos mais baixos tocam no chão), Semi-prostrado (caule atinge 20 ou mais centímetros), Prostrado (plantas completamente prostradas; ramificação alastrasse por vários metros), Trepador.
- Cor da flor (CF): Branca, Violeta, Lilás- cor de rosa, Outra.
- Forma da semente (FS): Riniforme, Ovóide, Truncada, Globosa, Rombóide.
- Cor da semente (CS): Branco/Creme, Manchado de castanho (marrom) ou cinzento, Castanho (marrom) claro, Vermelho, Verde, Azul a preto, Azul a preto manchado ou marmoreado, Com sinais (sinais pequenos igualmente distribuídos), Marmoreado (pigmento castanho (marrom) escuro), Marmoreado e com sinais, Outro.
- Cor da vagem madura (CVM): Cor de palha, Bronze escuro, Castanho (marrom) escuro, Preto ou roxo escuro, Outras.

Os caracteres quantitativos avaliados foram: número de dias da floração (NDF), uma amostra composta de cada genótipo para massa de 100 sementes (M100S), comprimento da vagem (VC), largura da vagem (LV), número de sementes por vagem (NSPV), número de vagens por planta (NV), massa de sementes por planta (MSP), produtividade de grãos (PROD). Tendo o CV (cm), LV (mm), NV (g), NSPV (n°), MSP (g) utilizadas como variáveis de produção, juntamente com a produtividade PROD (kg/ha).

- Número de dias para a floração (NDF): Foram utilizadas oito plantas da área útil de cada parcela para avaliação. Observando o número de dias desde a semeadura até ao estágio em que 50% das plantas estão em floração, ou seja, quatro plantas.
- Massa de 100 sementes (M100S): massa de 100 sementes de forma aleatória dentro dos quatro blocos, constituindo de uma amostra composta para cada genótipo.
- Comprimento da vagem (CV): medição em centímetros com apoio de réguas de todas as vagens produzidas pelas oito plantas avaliadas na área útil de cada parcela;
- Largura da vagem (LV): medição em milímetros com o apoio de paquímetros digitais de todas as vagens produzidas pelas oito plantas avaliadas na área útil de cada parcela;
- Número de vagens (NV): contagem de todas as vagens das oito plantas avaliadas na área útil de cada parcela;
- Número de sementes por vagem (NSPV): contagem das sementes de todas as vagens produzidas pelas oito plantas avaliadas na área útil de cada parcela;
- Massa de sementes por planta (MSP): massa das sementes produzidas por cada planta da área útil, com médias por planta.
- Produtividade em grãos (PROD): realizou-se a pesagem da produção total de sementes da área útil da parcela, multiplicado por 31. 250 plantas por hectare.

A colheita das vagens aconteceu atendendo o avanço da secagem das mesmas, sendo as vagens secas inseridas em sacos de papel, separadas por seus respectivos blocos, parcelas, nomes dos genótipos e por planta. No experimento no campus II da UEPB as colheitas aconteceram no mês de junho e na AS-PTA a colheita ocorreu no mês de agosto, ambos em 2018.

### **3.7 Avaliações de crescimento das plantas**

Foram utilizadas quatro plantas da área útil para a análise das variáveis de crescimento no experimento em Lagoa Seca/PB e três plantas da área útil no experimento em

Esperança/PB durante os estádios V5 e V9. As avaliações de crescimento foram as seguintes: área foliar, altura da planta, largura da planta, diâmetro do caule e número de nós do caule principal,

Avaliou-se a Área foliar (AFO) estimada em milímetros através da medição a largura do folíolo central (TOEBE et al., 2012) de todas as folhas de cada planta, utilizando paquímetro digital. Acontecendo quatro leituras 35 e 63 DAS (dias após a sementeira), experimento do Campus II da UEPB.

Altura da planta (AP) e Largura da planta (LP): a altura foi medida da base do caule central até o pecíolo do folíolo central da folha central. A largura foi dimensionada a partir das folhas primárias até o final do folíolo central. Determinadas com a utilização de réguas (60cm). As três primeiras leituras aconteceram em período vegetativo e a última no reprodutivo para crioulas e comerciais entre 30 e 45 DAS.

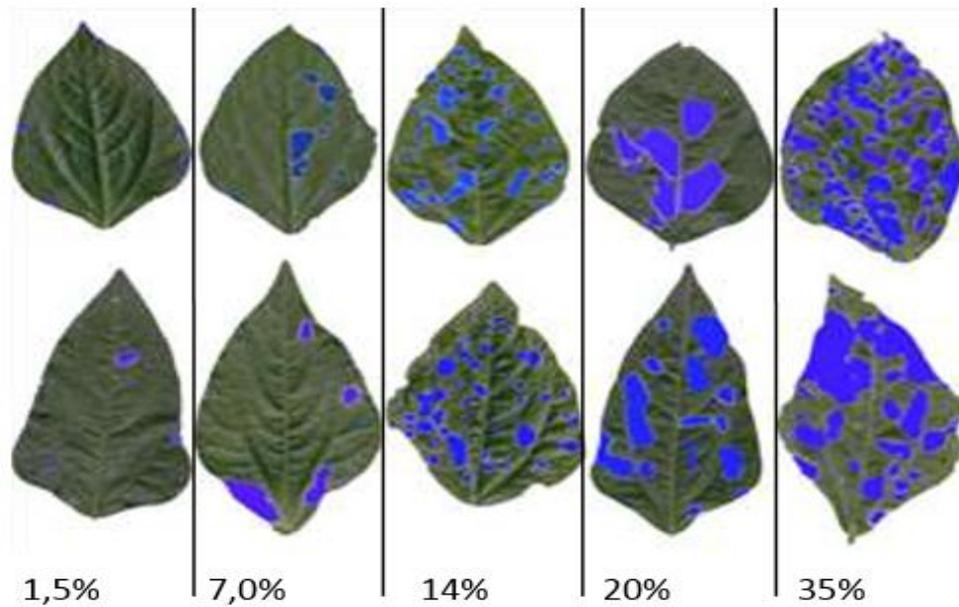
Diâmetro do caule (DC): dimensionado em milímetros com o paquímetro digital. Acontecendo quatro leituras (entre 30 e 60 DAS), de maio a junho de 2018 (experimento Lagoa Seca) e de junho e julho de 2018 (experimento na Esperança).

Número de nós do caule principal (NNCP): observações feitas nas mesmas datas das medições da altura e largura da planta. Um total de quatro leituras para todos os parâmetros.

### **3.8 Avaliação de pragas e doenças**

Para a avaliação de pragas e doenças foram analisadas as oito plantas da área útil, com avaliações semanais no período de maio/junho no Campus em Lagoa Seca, PB e do período de junho/julho na ASPTA em Esperança, PB.

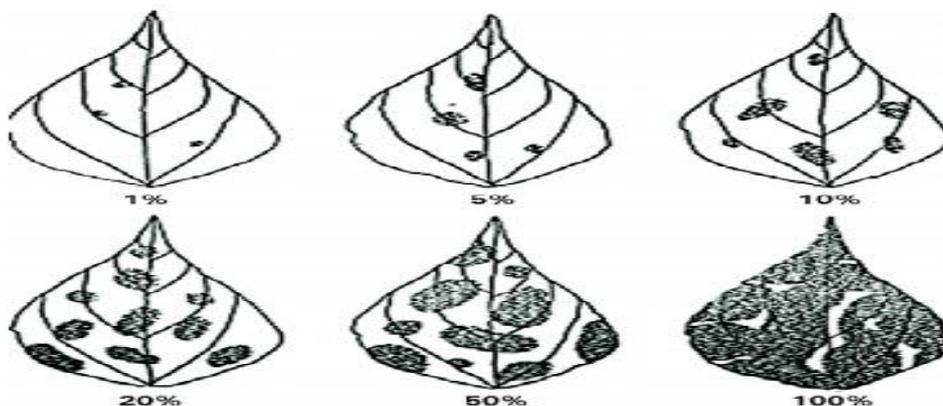
As injúrias dos insetos fitófagos foram determinadas usando-se a metodologia de Quintela (2001). A amostragem de insetos fitófagos foi feita visualmente com o auxílio de registros fotográficos, anotações da contagem de insetos e plantas atacadas e por meio de escala diagramática (Figuras 12)



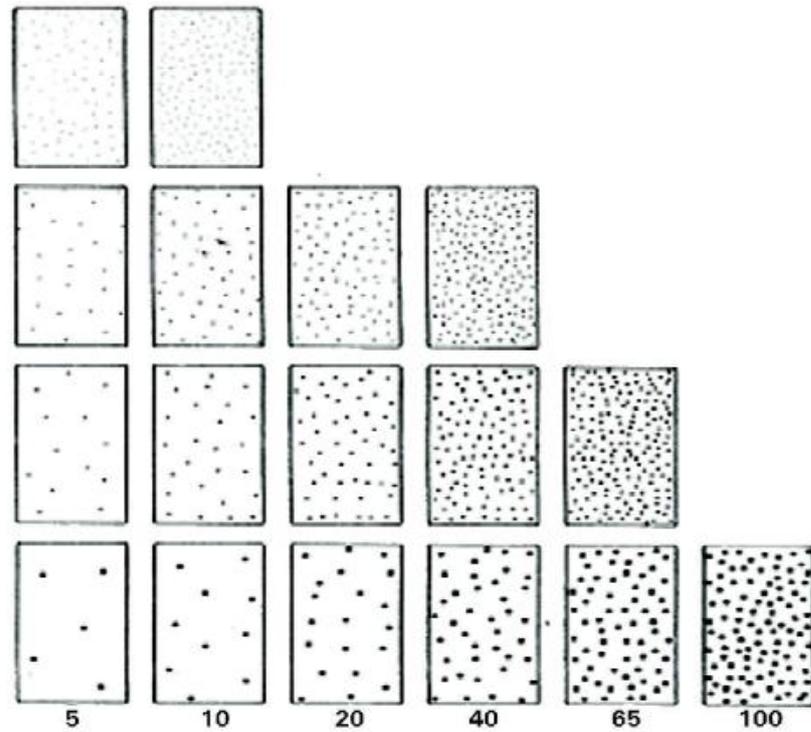
**Figura 6.** Escala diagramática de avaliação da intensidade da desfolha causada por vaquinha em feijão caupi. Quintela (2001). Campina Grande, PB, 2019.

A avaliação das doenças foi realizada por incidência e severidade. As amostras de folhas foram colhidas e analisadas ao microscópio óptico no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual da Paraíba, Campus II em Lagoa Seca, PB para identificações das doenças.

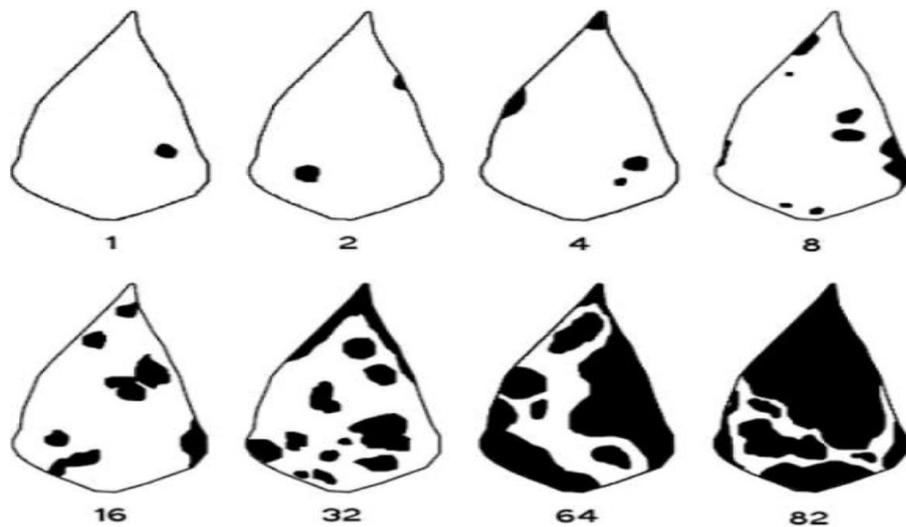
As seguintes escalas diagramáticas foram utilizadas para a área afetada das plantas para doença oídio (Figura 13), ferrugem (Figura 14) (QUINTELA et al., 2005), cercosporiose (ALBERT et al., 2008) (Figura 15) e antracnose (DALLA PRIA et al., 2003) (Figura 16).



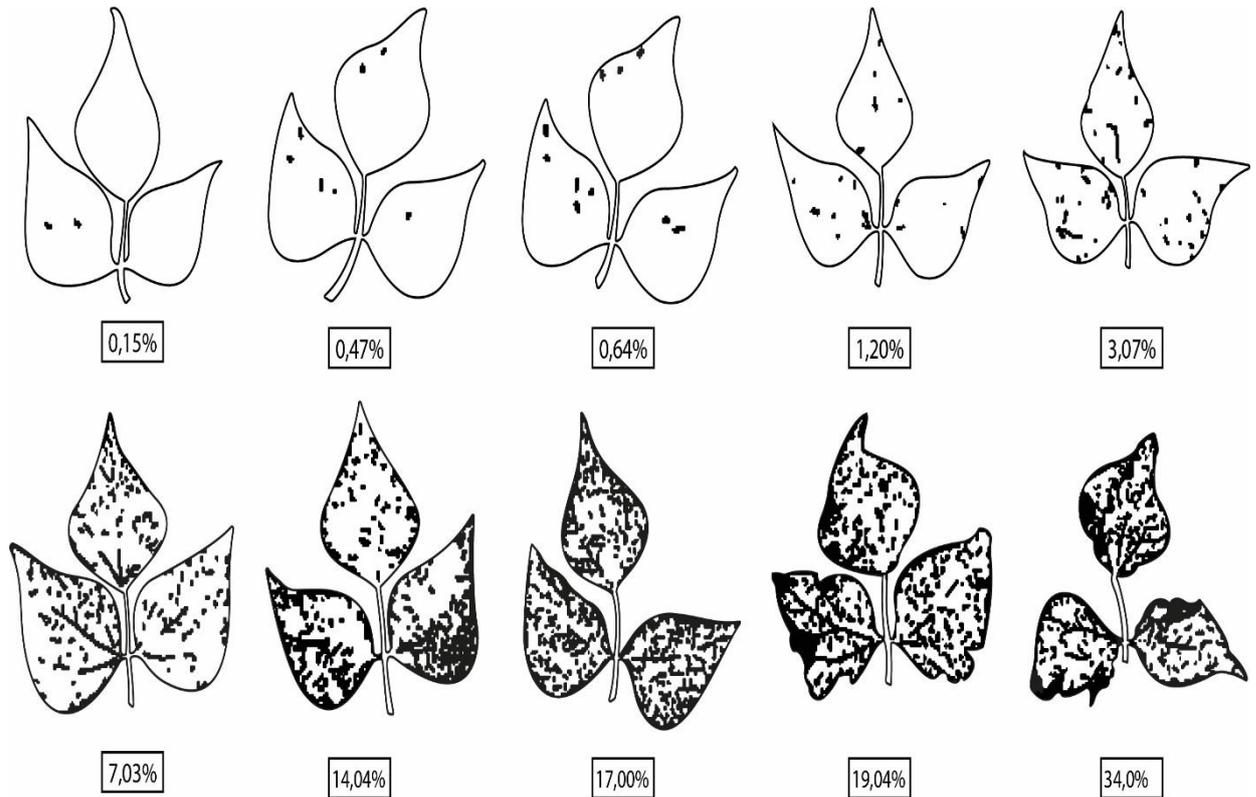
**Figura 7.** Escala diagramática para porcentagem para oídio em feijoeiro (QUINTELA et al., 2005). Campina Grande, PB, 2019.



**Figura 8.** Escala diagramática para ferrugem em feijoeiro (QUINTELA et al., 2005). Campina Grande, PB, 2019.



**Figura 9.** Escala diagramática para avaliação da severidade da cercosporiose em feijão-caupi. (ALBERT et al., 2008). Campina Grande, PB, 2019.



**Figura 10.** Escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose em feijão-caupi (DALLA PRIA et al., 2003). Adaptado por Deivide Eduardo de Souza Gomes. Campina Grande, PB, 2019.

### 3.9 Avaliação participativa das variedades e cultivares com as famílias agricultoras

Foi realizada uma pesquisa participativa no experimento instalado na ASPTA, em Esperança-PB com a contribuição de agricultores do Agreste da Paraíba para responderem questionários sobre alguns caracteres qualitativos presentes nos genótipos de feijão-caupi. Para a avaliação foram divididos quatro grupos constituídos por grupos de seis a sete agricultores, com auxílio de funcionários da ASPTA, estudantes e professores para as anotações e condução das avaliações. Os grupos avaliaram os quatro blocos, cada um com oito parcelas (cada parcela um genótipo de feijão-caupi). As parcelas não apresentavam nomes das variedades e cultivares para não influenciar nos resultados, para que dessa forma os agricultores pudessem visualizar e fazer suas observações apenas por suas experiências em campo.

Os parâmetros qualitativos avaliados foram: hábito de crescimento (ao qual eles identificaram como ramador, meia rama, moita), altura das plantas, número de vagem por plantas, tamanho da vagem, resistência a pragas e doenças e resistência a seca/chuva, sendo que cada parâmetro foi avaliado com as seguintes com notas: 1-Fraco, 2-Médio, 3-Bom e 4-Ótimo de acordo com a vivência de cada um e acordada no grupo.

### 3.10 Caracterização molecular

A partir do experimento de caracterização morfoagronômica (item 4.6) com as variedades crioulas Verde Ligeiro, Cariri, Azul, Sempre Verde Corujinha e as cultivares BRS Pajeú, BRS-Guariba e BRS-Novaera foram coletadas amostras foliares de duas plantas de cada genótipo nos quatro blocos do experimento em campo, totalizando oito plantas de cada variedade/cultivar (constituindo 64 amostras ao todo) formando oito populações de feijão-caupi para a caracterização molecular.

As análises moleculares foram realizadas no Laboratório de Biotecnologia da Embrapa Algodão, situada na cidade de Campina Grande-PB, Brasil.

A quantidade de tecido vegetal (folha) foi de três discos cortados com a própria tampa dos microtubos de 2,0 mL. Sendo feita a coleta na fase vegetativa de desenvolvimento (CAMPOS et al., 2000) seguindo o método CTAB (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998) com modificações. Amostras de tecido foliar foram coletadas e armazenadas em freezer a -80°C. Posteriormente, 100 mg de tecido foram colocados em 64 microtubos de 2,0 mL com uma esfera metálica e adicionado 1 mL de tampão de extração (ou seja, 1000 µL) por tubo e adicionado 10 µL de Proteinase K. Em seguida ocorreu a maceração dos discos foliares com um disruptor de células e tecidos. Incubado no banho-maria a 65°C por cerca de 1 hora, com agitação dos tubos a cada 10 minutos. Após esse tempo as amostras foram retiradas do banho-maria e houve uns minutos de esfriamento. Em continuidade foram adicionados 520 µL de Álcool Isoamílico (CIA) por amostra. Os tubos foram invertidos com movimentos leves com tempo aproximado de 1 minuto. Foram colocados na centrífuga marca Eppendorf 5424 R, a 13.200 rpm durante 5 minutos. Em seguida foi transferido 500 µL do sobrenadante para um novo tubo e colocado 500 µL de Acetato de amônio e posteriormente 500 µL de isopropanol gelado. Houve a inversão dos tubos 20 vezes com movimentos suaves e contínuos, deixando “descansar” por 20 minutos à temperatura ambiente, centrifugando durante 10 minutos a 13.200 rpm. Descartando o sobrenadante e lavando o precipitado com 500 µL de etanol gelado 70%. Em seguida centrifugou-se a 13.200 rpm por 5 minutos. Desprezou-se o sobrenadante, secou o precipitado à temperatura ambiente até que fosse evaporado o álcool. Por conseguinte, foi adicionado em cada tubo 50 µL de TE com RNase. As quantificações ocorreram em gel agarose 0,8%.

### 3.11 PCR-ISSR (Inter Sample Sequence Repeat)

Nos ensaios de ISSR foram utilizados 43 primers ancorados publicados pela University of British Columbia (UBC), Vancouver, Canadá, para a geração de polimorfismo, tendo as reações otimizadas para a obtenção de produtos de amplificação de melhor qualidade.

As reações foram conduzidas utilizando-se 2,0 µl de DNA genômico, 0,2 µL Taq DNA polimerase, 2,0 µL de oligonucleotídeo (Tabela 5) para cada amostra. Reações de PCR conduzidas de acordo com Melo et al., (2011) em um termociclador (marca Amplitherm Thermal Cyclers) com volume final de 25 µL para cada reação. As amostras foram submetidas inicialmente a 94°C por 5 minutos, e, a seguir, a 30-35 ciclos de amplificação. Cada ciclo submeteu as amostras a 94°C por 30 segundos, com temperatura de anelamento variando de 50°C por 45 segundos e por fim 72 °C por 2 minutos. Após os ciclos as amostras foram mantidas a 72 °C por 5 minutos para extensão final (MELO et al., 2011; DIAS, et al. 2015).

Aos produtos das reações foram adicionados 1,0 µL de tampão de amostra (azul de bromofenol 0,25% e sacarose 40%) e 2,0 µL de SYBR® Gold (Invitrogen), sendo posteriormente separados em eletroforese de gel de agarose (1,5%), usando o marcador Kasvi 1 kb DNA Ladder RTU (Volume 50 µg/500µl) como padrão e fotografados sob luz UV com em um fotodocumentador.

As medidas de diversidade genética avaliadas foram: Número de locos polimórficos (NLP); Porcentagem de locos polimórficos (P); Número observado de alelos (Na); Número efetivo de alelos (Ne); Diversidade genética de Nei (He) e Índice de Informação de Shannon (I). Os parâmetros genéticos dos acessos populacionais de feijão-caupi foram: Heterozigosidade total (HT); Diversidade genética média dentro (HS); Divergência gênica entre populações (GST) e Fluxo gênico (Nm).

**Tabela 5.** Sequência dos oligonucleotídeos ISSR desenvolvidos pelo laboratório de Biotecnologia da British Columbia University (UBC).

Primers	Sequência (5' → 3')
804	TAT ATA TAT ATA TAT AA
806	TAT ATA TAT ATA TAT AG
808	AGA GAG AGA GAG AGA GC
809	AGA GAG AGA GAG AGA GG
812	GAG AGA GAG AGA GAG AA

813 CTC TCT CTC TCT CTC TT  
814 CTC TCT CTC TCT CTC TA  
816 CAC ACA CAC ACA CAC AT  
817 CAC ACA CAC ACA CAC AA  
818 CAC ACA CAC ACA CAC AG  
820 GTG TGT GTG TGT GTG TC  
821 GTG TGT GTG TGT GTG TT  
822 TCT CTC TCT CTC TCT CA  
823 TCT CTC TCT CTC TCT CC  
824 TCT CTC TCT CTC TCT CG  
825 ACA CAC ACA CAC ACA CT  
826 ACA CAC ACA CAC ACA CC  
827 ACA CAC ACA CAC ACA CG  
828 TGT GTG TGT GTG TGT GA  
830 TGT GTG TGT GTG TGT GG  
834 AGA GAG AGA GAG AGA GYT  
838 TAT ATA TAT ATA TAT ARC  
839 TAT ATA TAT ATA TAT ARG  
845 CTC TCT CTC TCT CTC TRG  
846 CAC ACA CAC ACA CAC ART  
847 CAC ACA CAC ACA CAC ARC  
851 GTG TGT GTG TGT GTG TYG  
853 TCT CTC TCT CTC TCT CRT  
855 ACA CAC ACA CAC ACA CYT  
858 TGT GTG TGT GTG TGT GRT  
859 TGT GTG TGT GTG TGT GRC  
860 TGT GTG TGT GTG TGT GRA  
866 CTC CTC CTC CTC CTC CTC  
868 GAA GAA GAA GAA GAA GAA  
872 GAT AGA TAG ATA GAT A  
874 CCC TCC CTC CCT CCC T  
878 GGA TGG ATG GAT GGA T  
881 GGG TGG GGT GGG GTG  
884 HBH AGA GAG AGA GAG AG  
885 BHB GAG AGA GAG AGA GA  
887 DVD TCT CTC TCT CTC TC

888

BDB CAC ACA CAC ACA CA

892

TAG ATC TGA TAT CTG AAT TCC C

### 3.12 Análise estatística dos dados

#### 3. 12.1 Dados morfoagronômicos

Para todos os caracteres foram feitas análises individuais dos dados para os experimentos. Os caracteres qualitativos avaliados seguiram os descritores de *V. unguiculata*, de acordo com o Bioversity International (IBPGR, 2007).

As análises estatísticas para os caracteres morfoagronômicos quantitativos, número de sementes (NV), comprimento da vagem (CV), largura da vagem (LV), número de sementes por vagem (NSPV), massa de sementes por planta (MSP), danos causados por insetos, severidade de doenças e avaliações de crescimento foram feitas análise de variância e comparações de médias por meio do Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Para as análises de crescimento com natureza quantitativa área foliar (AFO), altura da planta (AP), largura da planta (LP), diâmetro do caule (DC) e número de nós do caule principal (NNCP) submetem-se os dados obtidos a análise de variância com aplicação do teste F ( $p < 0,05$ ).

A comparação de médias pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ) foi realizada na presença do efeito significativo para leituras e/ou tratamentos. Realizando a análise de variância segundo o modelo clássico de parcelas divididas no tempo (split-plot in time), ajustou-se o seguinte modelo matemático

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_i + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + \varepsilon_{ij},$$

em que:  $y_{ij}$  = observação do  $i$ -ésimo nível do fator tratamento e  $j$ -ésimo nível do fator tempo;

$\mu$  = é a média geral;  $\alpha_i$  = efeito devido ao  $i$ -ésimo nível do fator tratamento;  $\varepsilon_i$  = erro associado a parcela ( $i$ );  $\gamma_j$  = efeito devido ao  $j$ -ésimo nível do fator tempo;  $(\alpha\gamma)_{ij}$  = efeito da interação entre os fatores tratamento e tempo;  $\varepsilon_{ij}$  = erro associado a subparcela ( $ij$ ).

Dentro dos fatores avaliados para as análises de crescimento (tratamento e leitura), para leitura, utilizou-se análise de regressão. Os programas utilizados foram o Software R (versão 3.5.3) e Sisvar (versão 5.6).

### 3.12.2 Dados moleculares

As bandas geradas por cada primer foram contabilizadas e pontuadas como dados binários, considerando 1 para presença e 0 para ausência da banda em todos os genótipos. Essas informações foram organizadas em uma matriz de dados binários a partir da qual foi estimada a frequência alélica com base em Nei (1987) e os parâmetros de diversidade genética considerando que a frequência alélica está em equilíbrio de Hardy-Weinberg com o software estatístico POPGENE versão 1.3 (YEH et al., 1999).

Os parâmetros de diversidade genética incluíram diversidade genética (NEI, 1973), diversidade genética de Shannon (KIMURA; CROW, 1964), porcentagem de locos polimórficos, heterozigosidade total, diversidade genética intrapopulacional, divergência gênica entre populações e fluxo gênico (MCDERMOTT; MCDONALD, 1993),

Para analisar a divergência genética foi estimada a identidade/similaridade genética entre pares de indivíduos com base em Nei (1973). Com os valores de identidade genética foram construídos dendrogramas por análise de agrupamentos do tipo UPGMA (*Unweighted Pair Group Method using Arithmetical Averages*) utilizando-se o software estatístico NTSYS. A primeira ramificação dos dendrogramas foi tomada como referência para estabelecer o primeiro ponto de corte e a estruturação dos grupos foi analisada considerando-se a espécie, o modo de ocorrência e a origem geográfica dos genótipos.

O conteúdo de informação polimórfica (PIC) para cada iniciador ISSR foi determinado pela seguinte expressão (b), em que  $P_{ij}$  é a frequência do alelo “j” no marcador “i” (a soma se estende por todos os alelos). O cálculo foi baseado no número de alelos detectados por marcador para um determinado loco e a frequência relativa de cada alelo no conjunto das oito populações de feijão-caupi analisados. (b)  $PIC_i = 1 - \sum_j P_{ij}^2$

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Teste de germinação e grau de umidade das sementes

Os resultados da análise de variância para a primeira leitura (cinco dias) e segunda leitura (oito dias), se revelaram significativos ao nível de significância de 5% de probabilidade no teste F. Os dados mostraram coeficiente de variação médio na primeira leitura (28,55%) e baixo na última leitura (6,77%) de acordo com Pimentel-Gomes (2000) (Apêndice C).

Foram feitas análises descritivas e testes de normalidade (Apêndice C). Os valores da Assimetria se mostraram próximos à zero, revelando que estão dentro da normalidade (SANTOS; FERREIRA, 2003). Para ambas as leituras os valores de Curtose foram maiores que zero  $V > 0$  (THURMAN, 2008).

Para o teste de comparação das médias, o genótipo Corujinha (98) teve alto potencial germinativo na primeira leitura (cinco dias), seguida da variedade Azul (75,75), e BRS-Pajeú (55,5) respectivamente (Tabela 6). Demais genótipos obtiveram baixas médias de germinação (Tabela 6).

Na segunda leitura (Tabela 6), os valores médios dos genótipos variaram de 98,25 (Corujinha) a 75,5 (Sempre Verde). Com menor resultado a Sempre Verde diferiu dos demais genótipos. Em um estudo de Barroso et al. (2018) a variedade crioula Sempre Verde apresentou cerca de 85 de teor germinativo e Corujinha 87.

**Tabela 6.** Germinação de genótipos de feijão-caupi aos cinco e oito dias após adição das sementes no papel Germitest e acondicionadas em câmara de germinação a 25°C de incubação.

Genótipos	Cinco dias (primeira leitura)	Oito dias (segunda leitura)
Sempre verde	0,00 d	75,50 b
Azul	75,75 b	94,75 a
Corujinha	98,00a	98,25 a
Verde ligeiro	0,25 d	95,75 a
Cariri	0,00 d	90,00 a
BRS-Novaera	4,00 d	84,25 ab
BRS-Guariba	0,00 d	85,50 ab
BRS-Pajeú	55,50 c	95,25 a

As médias seguiram por letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 7.** Teor de umidade das sementes de oito genótipos de feijão-caupi avaliados.

<b>GENÓTIPOS</b>	<b>Umidade %</b>
Sempre Verde	18,24%
Azul	14,44%
Corujinha	16,76%
Verde Ligeiro	17,40%
Cariri	18,61%
BRS-Nova era	14,90%
BRS-Guariba	12,12%
BRS-Pajeú	19,54%

A umidade média de 12,12% foi verificada nas sementes de BRS-Guariba, se encontrando dentro dos padrões para produção e comercialização. As demais sementes apresentaram teores de umidade acima do recomendado, tendo os maiores teores de umidade na cultivar BRS-Pajeú com 19,54% e a crioula Cariri com teor de umidade 18,61% (Tabela 7). De acordo com Bragantini (2005), quando a umidade de armazenamento se encontra entre 11 e 13%, o processo respiratório se mantém baixo, prolongando a manutenção da qualidade do produto armazenado.

#### **4.2 Caracteres qualitativos**

Os genótipos de feijão-caupi utilizados tiveram variabilidade quanto às características qualitativas (Tabela 8).

Dentre os oito genótipos avaliados a cultivar BRS-Pajeú, as variedades Sempre verde, Corujinha e Verde ligeiro apresentaram caráter Semiprostrado. A crioula Cariri Intermédio e os demais genótipos Azul, BRS-Novaera, BRS-Guariba como Semiereto (Tabela 9), apresentando similaridade com Carvalho et al. (2017) em um estudo de cultivares e variedades em feijão-caupi.

Com relação a tonalidade de coloração da flor a cultivar BRS-Pajeú apresentou cor violeta, a BRS- Novaera flores de cor branca com tonalidades lilás e amarelo, a BRS-Guariba a flor é branca com amarelo e lilás. Dentre as crioulas, a Corujinha apresentou flor violeta com amarelo, a Sempre Verde flor amarela, a Azul flor violeta, a Cariri cor branca com tonalidade violeta e a Verde Ligeiro flor branca com tonalidade amarela (Tabela 8).

Quanto a forma da semente os genótipos BRS-Novaera, BRS-Guariba, Cariri, Verde Ligeiro, Sempre Verde apresentaram característica riniforme, a Corujinha apresentou forma ovoide e Azul, BRS-Pajeú romboide.

A caracterização morfológica dos recursos genéticos é algo primordial para o conhecimento das variações fenotípicas entre os genótipos, constituindo uma informação necessária para o desenvolvimento de programas de melhoramento (CARVALHO et al., 2017b).

Sobre a cor da vagem madura, Verde ligeiro, Azul, Corujinha e BRS-Guariba apresentaram de preto a roxo escuro; a BRS-Novaera, BRS-Pajeú, Cariri e Sempre Verde, apresentaram vagens cor de palha (Tabela 8).

Quanto a cor do tegumento da semente, foi verificada variabilidade dentro das sementes. As cultivares BRS-Guariba e BRS-Novaera foram classificadas com cor branca, a BRS-Pajeú apresenta a cor castanho escuro (Figura 2). Dentre as crioulas (Figura 1) a Azul tem cor azul a preto manchado ou marmoreado, a Corujinha castanho escuro com sinais pequenos igualmente distribuídos, a Verde Ligeiro apresenta cor de tegumento branca, Azul de preto manchado ou marmoreado, a Sempre Verde apresenta cor castanho claro e a Cariri apresenta tonalidade branca com sinais igualmente distribuídos (Tabela 8).

Os caracteres qualitativos são considerados os mais apropriados na determinação de uma cultivar ou variedade, pois são na sua maioria geneticamente controlados e independentes do ambiente de cultivo (CARVALHO et al., 2017b). A caracterização morfológica pode ser realizada através de observações visuais e mensurações realizadas na planta. Necessário para o manejo e conservação dos bancos de germoplasma fora do local de origem, depois de feita a caracterização pode-se inserir em coleções (BURLE & OLIVEIRA, 2010), sendo um passo importantíssimo e pioneiro para a identificação de novas variedades.

**Tabela 8.** Descritores qualitativos: hábito de crescimento (HC), cor da flor (CF), forma da semente (FS), cor da vagem matura (CVM) e cor da semente (CS), observados em oito genótipos de feijão-caupi.

DESCRITORES QUALITATIVOS	GENÓTIPOS							
	Sempre Verde	Azul	Corujinha	Verde Ligeiro	Cariri	BRS-Pajeú	BRS-Guariba	BRS-Novaera
<b>Hábito de crescimento</b>	Semi-prostrado	Semiereto	Semi-prostrado	Semi-prostrado	Intermédio	Semi-prostrado	Semiereto	Semiereto
<b>Cor da flor</b>	Outra	Violeta	Violeta	Branca	Violeta	Violeta	Branca	Branca
<b>Forma da semente</b>	Riniforme	Rombóide	Ovóide	Riniforme	Riniforme	Rombóide	Riniforme	Riniforme
<b>Cor da vagem madura</b>	Cor de palha	Roxo escuro	Roxo escuro	Roxo escuro	Cor de palha	Cor de palha	Roxo escuro	Cor de palha
<b>Cor da semente</b>	Castanho claro	Azul a preto manchado	Castanho escuro com sinais	Creme	Branco com sinais	Castanho escuro	Branco	Branco

Bioversity International (IBPGR, 2007).

Hábito de crescimento: Erecto agudo, Erecto, Semiereto, Intermédio, Semi-prostrado, Prostrado, Trepador; Cor da flor: Branca, Violeta, Lilás- cor de rosa, Outra; Forma da semente: Riniforme, Ovóide, Truncada, Globosa, Rombóide; Vigor da planta: Cor da vagem: Cor de palha, Bronze escuro, Castanho (marrom) escuro, Preto ou roxo escuro, Outras; Cor da semente: branco/creme; Manchado de castanho (marrom) ou cinzento; Castanho (marrom) claro; Vermelho; Verde; Azul a preto; Azul a preto manchado ou marmoreado; Com sinais (sinais pequenos igualmente distribuídos); Marmoreado (pigmento castanho (marrom) escuro); Marmoreado e com sinais; Outro.

### 4.3 Caracteres quantitativos

#### 4.3.1 Experimento no Campus II da UEPB, Lagoa Seca/PB

Os genótipos de feijão-caupi tiveram dias de florescimento entre 40 e 75 após a semeadura. As cultivares mantiveram seus padrões variando de 39 dias (BRA-Pajeú e BRS-Guariba) a 40 dias (BRS-Novaera). Dentre as crioulas, a Corujinha foi a variedade com floração mais precoce com cerca de 47 dias. Segundo Hamidou et al. (2007) genótipos com ciclo precoce tem mais vantagens para o produtor, pois são escapes para fatores ambientais como altas temperaturas, longos períodos de estresse hídrico e baixa umidade relativa. Enquanto a variedade Sempre Verde floresceu aos 53 dias, Azul com 57 dias e a Verde Ligeiro em torno de 59 dias. A Cariri teve a floração mais tardia, com 75 dias.

O florescimento do feijão-caupi é considerado de suma importância para a seleção de genótipos mais produtivos. É salientado em estudos que o rendimento final avaliado pelo número de vagens por planta depende diretamente do número de flores abertas, e tal fator é muito susceptível aos fatores climáticos, influenciando dessa forma, no número de grãos (SILVA et al., 2014; CARVALHO et al., 2017a).

Quanto a massa de 100 sementes, verificou-se os seguintes valores: BRS-Pajeú (17,28g), BRS-Guariba (20,87g), BRS-Novaera (20,00g); Azul (19,23g), Sempre Verde (19,67g), Corujinha (18,39g), Cariri (15,83g) e Verde Ligeiro (19,49g).

Em relação às variáveis de produção, a exceção da largura da vagem e massa de sementes por planta, verificaram diferenças significativas entre os tratamentos para o número de vagens, comprimento da vagem, número de sementes por vagem e produtividade em grãos, segundo o teste F a 5% de probabilidade (Apêndice D).

O Coeficiente de variação para todos os descritores estudados (Apêndice D) variou de 16,25% a 83,77%, não obtivendo valores baixos (Pimentel-Gomes, 2000). Com valores médios para os descritores comprimento da vagem 16,25%, número de sementes por vagem 19,51%, indicando ótima precisão na condução do experimento. Exceção feita para os outros descritores, número de vagens com 37,51%, produtividade 32,51, massa de sementes por planta 64,13 e largura da vagem tendo o valor mais elevado apresentando 83,77%. Carvalho et al. (2017b) também constatou coeficientes altos em número de vagens por planta, peso de sementes por planta e número de sementes por planta para genótipos de feijão-caupi.

**Tabela 9.** Comparação das médias por meio do teste de Tukey para os descritores número de vagens (NV); comprimento da vagem (CV); largura da vagem (LV); número de sementes (NSPV); massa de sementes por planta (MSP) e produtividade em grãos (PROD), obtidos dos oito genótipos de feijão-caupi em Lagoa Seca-PB. Campina Grande, PB, 2019.

<b>GENÓTIPOS</b>	<b>NV (n°)</b>	<b>CV (cm)</b>	<b>LV (cm)</b>	<b>NSPV (n°)</b>	<b>MSP (g)</b>	<b>PROD (g/planta)</b>
<b>Sempre Verde</b>	12,38abc*	17,15 a*	10,90**	10,70 ab*	973,69 ab*	35692,60 ab*
<b>Azul</b>	10,32 abc	19,67 a	20,24	12,62 a	916,60 ab	33954,58 ab
<b>Corujinha</b>	17,1 ab	15,74 a	10,05	10,65 ab	1533,51 a	53808,02 a
<b>Verde Ligeiro</b>	8,22 bc	17,24 a	9,58	10,82 ab	662,62 ab	24751,77 ab
<b>Cariri</b>	3,97 c	17,32 a	10,23	9,41 ab	267,71 b	10870,00 b
<b>BRS-Novaera</b>	16,94 ab	15,01 a	11,16	7,17 b	900,32 ab	29569,79 ab
<b>BRS-Guariba</b>	20,03 a	13,80 a	7,35	6,50 b	1000,37 ab	33537,18 ab
<b>BRS-Pajeú</b>	12,53 abc	20,27 a	10,04	14,09 a	1412,92 a	51275,94 a
<b>DMS</b>	11,29	12,25	22,23	4,74	875,34	32036,18

\*Dados seguidos pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5%. \*\* Dados não diferem pelo teste F. DMS- Diferença Mínima Significativa.

As médias do número de vagens, se mostraram significativas (Tabela 9). Variando de 20,03 e 3,97. As médias dos genótipos diferiram mais das variedades Cariri e Verde Ligeiro (Apêndice E).

O número de sementes por vagem foi significativo no teste de Tukey entre os genótipos testados (Tabela 9). As médias dos genótipos variaram de 14,09 a 6,50. Sendo que os genótipos BRS-Pajeú, Azul, Verde Ligeiro, Cariri, Corujinha e Sempre Verde diferiram de BRS-Novaera 7,17 e BRS-Guariba 6,50, que obtiveram menores números de sementes por vagem (Apêndice F).

Quanto a massa de sementes por planta, os genótipos diferiram significativamente no teste de comparação de médias de Tukey da variedade Cariri com média inferior aos demais, cerca de 267,71g (Tabela 9) (Apêndice G).

Para produtividade, os genótipos que apresentaram maiores médias foram Corujinha e BRS-Pajeú, embora a Sempre Verde, Azul, Verde Ligeiro, BRS-Novaera e BRS-Guariba apresentaram valores próximos, todos diferindo da variedade Cariri de acordo com o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 9) (Apêndice H).

Acredita-se que os menores valores encontrados o número de vagens, massa de sementes, produtividade da variedade Cariri, se deu por causa do aumento da densidade das

plantas na linha de semeadura, e pelo espaçamento entre linhas que afetou negativamente a taxa fotossintética do genótipo (CARDOSO, 2016). Sendo constatado em campo, que para essa variedade é preciso um espaçamento maior do que 0,40m entre plantas e 0,80 entre fileiras para o melhor desenvolvimento da planta. Mas, quanto a não ser uma variedade típica da região (sementes cultivadas em Queimadas) que foram instalados os experimentos, um estudo de produtividade feito por Santos, et al. (2009) demonstrou que, mesmo sendo plantada em sua região típica do Cariri Paraibano, outras variedades se mantiveram superiores para número de vagens, peso de 100 sementes e número de sementes por vagem.

As sementes crioulas, também denominadas landraces, são sementes valorizadas por agricultores e constituem a manutenção de renda de diversos pequenos agricultores (CARVALHO et al., 2017b) e podem produzir dependendo das condições ambientais tanto quanto as cultivares. Desde a década de 1950, a venda e a distribuição de sementes se tornaram regularizadas em muitos países desenvolvidos e chegando sua regularização nos países subdesenvolvidos durante os anos 1960, favorecendo não apenas pequenas comunidades, mas também mercados exteriores. (PAULINO; GOMES, 2015).

#### **4.3.2 Experimento na AS-PTA, Esperança/PB**

Quanto ao número de dias para florescimento, o feijão-caupi apresentou dias de florescimento entre 40 a 77 após o plantio. As cultivares mantiveram seus padrões variando de 42 dias com BRS-Pajeú e BRS-Guariba e BRS-Novaera com 40 dias. Dentre as crioulas, a Corujinha foi a variedade com floração mais precoce com 49 dias, Sempre Verde 53 dias, Azul entre 57 dias, Verde Ligeiro em torno de 55 dias e a com floração mais tardia Cariri com 77 dias.

Quanto a massa de 100 sementes, os resultados foram os seguintes: BRS-Novaera (19,95g), BRS-Guariba (20,85g), BSR-Pajeú (17,30g), Cariri (18,82g), Verde Ligeiro (18,20g), Azul (19,20g), Corujinha (18,37g) e Sempre Verde (19,70).

Houve diferenças estatisticamente significativas o comprimento da vagem e para o número de semente por vagem. Os caracteres número de vagem, largura da vagem, massa de sementes por planta e produtividade não obtiveram diferenças estatísticas entre os tratamentos para o Teste F ao nível de 5% de probabilidade (Apêndice I).

Os caracteres número de vagens, comprimento da vagem, número de sementes por vagem tiveram coeficiente de variação médios e os demais caracteres, largura da vagem, massa de sementes e produtividade tiveram coeficiente de variação altos (Apêndice I).

Carvalho et al. (2017) também constatou coeficientes altos em número de vagens por planta, massa de sementes por planta e número de sementes por planta para genótipos de feijão-caupi.

**Tabela 10.** Comparação das médias por meio do teste de Tukey para os descritores número de vagem por planta (NV); comprimento da vagem por planta (CV); largura da vagem por planta (LV); número de sementes por vagem (NSPV); massa de sementes por planta (MSP); produtividade em grãos (PROD), obtidos dos oito genótipos de feijão-caupi em Esperança-PB, Campina Grande, PB, 2019.

<b>GENÓTIPOS</b>	<b>NV (n°)</b>	<b>CV (cm)</b>	<b>LV (cm)</b>	<b>NSPV (n°)</b>	<b>MSP (g)</b>	<b>PROD (g/planta)</b>
<b>Sempre Verde</b>	8,89*	15,92 a**	10,07*	8,22 ab**	549,82*	18352,60*
<b>Azul</b>	6,01	16,35 a	9,60	10,72 a	447,15	16418,75
<b>Corujinha</b>	5,48	14,36 a	9,23	8,44 a	332,28	11992,39
<b>Verde Ligeiro</b>	6,32	15,33 a	9,22	7,92 ab	370,78	14803,75
<b>Cariri</b>	3,91	15,11 a	11,19	10,22 a	155,44	7101,46
<b>BRS-Novaera</b>	9,13	10,32 b	8,05	3,79 c	228,63	7345,31
<b>BRS-Guariba</b>	9,06	13,92 ab	8,05	4,74 bc	342,71	11533,75
<b>BRS-Pajeú</b>	4,85	16,19 a	9,28	9,60 a	355,21	13517,29
<b>DMS</b>	37,56	11,42	12,91	19,09	395,45	14294,25

\*\*Dados não diferem pelo teste F. \*Dados seguidos pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5%.  
DMS- Diferença Mínima Significativa.

Para os dados de comprimento da vagem constatou uma variação de 10,32cm (BRS-Novaera) a 16,34cm (Variedade Azul) (Tabela 10). Tendo os genótipos diferindo da BRS-Novaera (Apêndice J).

Para o valor do número de sementes por vagem, os dados variaram de 10,72 (Variedade Azul) a 4,74 (BRS-Guariba). Os genótipos com maior NSPV foram Azul, Corujinha, Cariri e BRS-Pajeú, semelhantes aos genótipos Verde Ligeiro e Sempre Verde; e não deferindo estatisticamente (Tabela 10). Todos esses diferindo da BRS-Novaera e a BRS-Guariba (Tabela 10) (Apêndice K).

Há uma carência de artigos sobre produção dos genótipos crioulos cultivados na região paraibana. Santos et al., (2016) descreve relatos dos próprios agricultores após uma avaliação qualitativa, no qual afirmam que a quantidade de vagens por plantas pode não ser uma informação confiável, pois muitas vezes as plantas produzem grande número de vagens, mas não apresentam uma boa quantidade de grãos.

As sementes crioulas apresentam grande valor tradicional para agricultores familiares paraibanos, revelando-se com produção elevada tanto quanto cultivares geneticamente selecionadas. Essas sementes constituem valor tradicional de direitos assegurados aos agricultores que as mantêm, apresentando valor e responsabilidade daqueles que com ela trabalharam durante gerações, sendo garantia de resgate cultura e preservação da biodiversidade local (PAULINO; GOMES, 2015).

#### 4.4 Avaliações de crescimento

##### 4.4.1 Experimento no Campus II da UEPB, Lagoa Seca/PB

O maior valor do coeficiente de variação para tratamento (Apêndice L) foi encontrado em altura da planta com 23,54% e o menor em número de nós do caule principal com 14,89%. Não sendo encontrados valores baixos, apenas médios. Para leitura o maior coeficiente de variação foi constatado também em altura da planta com 21,27%. Esse fator apresentou valores baixos e médios, tendo o menor valor encontrado em número de nós do caule principal com 6,65% (PIMENTEL GOMES, 2000). Para largura da planta, número de nós do caule principal e área foliar os dados foram significativos entre os tratamentos segundo o teste F ao nível de 5% de probabilidade. O fator leitura mostrou dados significativos para diâmetro do caule (Apêndice L).

**Tabela 11.** Comparação das médias por meio do teste F com probabilidade de 5% para os descritores de crescimento altura da planta (AP cm); diâmetro do caule (DC) e comparação das médias pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade para largura da planta (LP), número de nós do caule principal (NNCP) e área foliar (AFO) obtido dos oito genótipos de feijão-caupi, em Lagoa Seca-PB. Campina Grande, PB, 2019.

GENÓTIPOS	AP (cm)	LP (mm)	NNCP (nº)	DC (mm)	AFO (mm)
<b>Sempre Verde</b>	26,46*	43,16 a**	9,47 bc**	9,08*	65,69 ab**
<b>Azul</b>	25,49	46,22 a	9,72 abc	9,29	69,82 a
<b>Corujinha</b>	24,94	36,74 a	9,56 abc	9,07	68,53 a
<b>Verde Ligeiro</b>	26,62	45,90 a	10,03 abc	8,98	73,22 a
<b>Cariri</b>	26,22	44,78 a	10,31 abc	9,55	71,14 a
<b>BRS-Novaera</b>	24,31	38,10 a	10,97 a	8,79	51,56 b
<b>BRS-Guariba</b>	29,87	44,83 a	10,95 ab	8,87	60,05 ab
<b>BRS-Pajeú</b>	23,45	40,95 a	8,91 c	8,29	61,89 ab
<b>DMS</b>	6,42	9,51	1,49	1,26	14,14

\* Dados não diferem pelo teste F. Dados seguidos pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5%.  
DMS- Diferença Mínima Significativa.

Para número de nós do caule principal há variabilidade morfoagronômica entre os acessos de feijão-caupi para número de nós do caule principal. Os dados variaram de 10,72 (BRS-Novaera) a 8,91 (BRS- Pajeú) (Tabela 11). Segundo Adams (1982) o NNCP está correlacionado com o índice do número de vagens; fato verificado com a BRS-Novaera e BRS-Guariba apresentaram altos índices de produção de vagens nesse mesmo ensaio, diferindo dos demais genótipos, como mostra na tabela 11.

Para área foliar (AFO) as médias variaram entre 51,56 mm e 73,22 mm. Os genótipos diferiram da cultivar BRS-Novaera com menor área foliar (Tabela 11).

O conhecimento da dimensão da área foliar é um fator importante no estudo de desenvolvimento de uma cultura, pois esse parâmetro de crescimento representa o aparato de interceptação de luz para a fotossíntese. Existem várias formas para a determinação da área foliar e normalmente é utilizada a técnica destrutiva para medir a área da folha.

Esse estudo se mostrou eficiente para a comparação dos genótipos de feijão-caupi pela estimativa da largura do limbo central de todas as folhas da planta com paquímetro digital. Foi visivelmente observado que as variedades em estudo de campo constituíam de uma dimensão muito superior as cultivares. A busca por métodos fáceis de serem executados, rápidos e não-destrutivos que estimem a área foliar com precisão torna-se importante para avaliar o crescimento das plantas nas condições de campo (CUNHA et al., 2010; TOEBE et al., 2012).

Para os parâmetros avaliados AP, LP, NNCP, DC e AFO foi realizado o modelo linear do ajuste de modelos polinomiais de regressão do fator leitura. Seguindo essa metodologia é mensurado o parâmetro  $\beta_1$  que refere-se ao coeficiente da regressão linear, que serve para indicar a adaptabilidade do material. São considerados de adaptabilidade ampla os genótipos que apresentarem  $\beta_1 = 1$ ; adaptabilidade específica a ambientes favoráveis, aqueles com  $\beta_1$  maior que 1; e adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis, aqueles com  $\beta_1$  menor que 1. O parâmetro  $R^2$  é o coeficiente de determinação, ele estima a previsibilidade do genótipo nos vários ambientes. A cultivar adaptada e estável, segundo este método, é a que apresenta produtividade média alta,  $\beta_1 = 1$  e  $\sigma_{di}^2 = 0$ , respectivamente. (HOOPERHEIDE et al., 2007; RAMALHO et al., 2012).

O maior valor para estimativa  $\beta_0$  foi constatada em AFO (49,4455) e o menor valor em NNCP (4,3464). O maior valor para estimativa  $\beta_1$ , foi revelado em LP (11,0599) e o menor em DC (0,9421) (Apêndice M). O maior Erro padrão  $\beta_0$  foi encontrado na AFO

(2,1503) e o menor em DC (0,1294). O maior Erro padrão  $\beta_1$  foi constatado em AFO (0,7852) (Apêndice M). Todos os coeficientes de determinação- $R^2$  foram maiores que zero, sendo o maior valor revelado para AFO (0,993142) e o menor em AP (0,930372), ou seja, 99,3142% da variação área foliar e 93,0372 da altura da planta do feijão-caupi é explicado pela equação de regressão (Apêndice M). Para a interação tratamento x leitura, não houve diferenças significativas.

#### 4.4.2 Experimento na AS-PTA, Esperança/PB

Os dados foram significativos nos tratamentos para altura da planta (AP), número de nós do caule principal (NNCP) e área foliar (AFO). Para o fator leitura todas as variáveis tiveram resultados significativos. Para a interação tratamento x leitura os resultados foram significativos apenas para área foliar (Apêndice N). As variáveis largura da planta e diâmetro do caule não foram significativas (Apêndice N).

**Tabela 12.** Comparação das médias por meio do teste F com probabilidade de 5% para os descritores de crescimento largura da planta (LP mm); diâmetro do caule (DC mm) e comparação das médias pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade para altura da planta (LP mm), número de nós do caule principal (NNCP nº), obtido dos oito genótipos de feijão-caupi, em Esperança, PB. Campina Grande, PB, 2019.

<b>GENÓTIPOS</b>	<b>AP (cm)</b>	<b>LP (mm)</b>	<b>NNCP (nº)</b>	<b>DC (mm)</b>
<b>Sempre Verde</b>	38,10 a*	44,94**	12,31 ab*	6,99**
<b>Azul</b>	27,89 ab	36,17	9,10 b	6,13
<b>Corujinha</b>	23,94 b	34,09	9,65ab	6,18
<b>Verde Ligeiro</b>	24,27 b	42,67	11,65ab	6,33
<b>Cariri</b>	26,99 ab	40,61	10,00ab	6,19
<b>BRS-Novaera</b>	25,34 b	37,09	13,71a	6,65
<b>BRS-Guariba</b>	30,93ab	44,94	11,93ab	6,27
<b>BRS-Pajeú</b>	26,91ab	36,49	10,42ab	6,30
<b>DMS</b>	11,20	10,90	4,07	0,96

\*Dados seguidos pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5%.\*\* Dados não diferem pelo teste F. DMS- Diferença Mínima Significativa.

Para altura da planta as variedades Sempre Verde, Azul, Cariri, as cultivares BRS-Guariba e BRS-Pajeú, diferiram da cultivar BRS-Novaera e das variedades Verde Ligeiro e Corujinha (Tabela 12). Em Locatelli et al. (2016) as médias gerais de altura de plantas se

mostraram superiores entre as cultivares, indo de 55,3 cm para BRS-Guariba, 52,6 cm para BRS-Pajeú e 50,4 cm para BRS-Novaera.

Para NNCP a variedade Azul apresentou menor valor quanto a média para essa variável, diferindo apenas da cultivar BRS-Novaera com maior valor. Embora, os demais genótipos apresentaram médias semelhantes a cultivar (Tabela 12). Segundo Adams (1982) o NNCP está correlacionado com o índice do número de vagens.

**Tabela 13.** Médias do desdobramento das variedades dentro de cada nível de leitura para área foliar (AFO em mm) de genótipos de feijão-caupi no campo experimental da ASPTA em Esperança, PB. Campina Grande, PB.

<b>GENÓTIPOS</b>	<b>Leitura 1 (mm)</b>	<b>Leitura 2 (mm)</b>	<b>Leitura 3 (mm)</b>	<b>Leitura 4 (mm)</b>
<b>Sempre Verde</b>	54,95*	57,21	57,83	61,99 a**
<b>Azul</b>	46,43	57,06	56,83	62,24 a
<b>Corujinha</b>	45,02	52,25	57,16	55,49 ab
<b>Verde Ligeiro</b>	44,23	50,56	54,08	56,77 ab
<b>Cariri</b>	44,85	53,97	57,19	61,79 a
<b>BRS-Nova era</b>	45,96	47,52	48,24	46,19 b
<b>BRS-Guariba</b>	47,42	49,23	51,00	51,43 ab
<b>BRS-Pajeú</b>	45,21	52,45	54,29	61,34 a
<b>DMS</b>	10,86	10,25	10,15	10,81

\* Dados não diferem pelo teste F. \*\*Dados seguidos pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5%.  
DMS- Diferença Mínima Significativa.

Dentro dos parâmetros avaliados em AP, LP, NNCP e DC maior valor para estimativa  $\beta_0$  foi constatada em LP (28,6050) e o menor valor em DC (5,1075). O maior valor para estimativa  $\beta_1$  foi revelado em LP (4,2618) e o menor em DC (0,5083) (Apêndice O). O maior Erro padrão  $\beta_0$  foi encontrado na AFO (2,1503) e o menor em DC (0,1294). O maior erro padrão  $\beta_1$  foi constatado em AP (0,4221) e o menor em DC (0,0738) (Apêndice O).

Todos os coeficientes de determinação- $R^2$  foram maiores que zero, sendo o maior valor revelado dentre AP, LP, NNCP e DC para LP (0,977339) e o menor em DC (0,717922), ou seja, 97,7339% da variação largura da planta e 71,7922 do diâmetro do caule em feijão-caupi é explicado pela equação de regressão (Apêndice O).

Os dados foram significativos para a interação tratamentos x leitura para área foliar, dessa forma, obteve-se o desdobramento de tratamentos dentro de cada nível de leitura (Apêndice P) e o desdobramento de leitura dentro de cada tratamento (Apêndice Q). Para tratamentos dentro de cada nível de leitura foi observado que para Tratamento x Leitura 1 o

nível de significância foi 0,09858, para Tratamento x Leitura 0,095068, Tratamento x Leitura 3 (0,14223) e Tratamento x Leitura 4 (9,7e-05).

Os dados observados para AFO foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, e, para as variáveis significativas, foram realizadas análises de regressão e comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para as três primeiras leituras de AFO não houve diferenças estatísticas nas médias dentro dos tratamentos (Tabela 13). As únicas médias estatisticamente diferentes foram na última leitura, a leitura quatro. Tendo a crioula Azul a maior AFO, diferindo apenas da cultivar BRS-Novaera com menor média nessa última avaliação foi revelada (Tabela 13).

Os resultados para o desdobramento de leitura dentro de cada tratamento para o descritor área foliar (AFO) encontra-se no apêndice Q, variando de 0 (Leitura x Cariri) e 0,08899 (Leitura x Sempre) para os níveis de significância. O teste de comparação de médias para o desdobramento de leitura dentro de cada tratamento o descritor área foliar teve seus resultados revelando que Sempre Verde, BRS-Novaera BRS-Guariba e BR-Pajeú não apresentam diferenças significativas.

De acordo com Reis et al. (2013) a dimensão da área foliar está completamente correlacionada com a produtividade da cultura, pois esse aspecto propicia que a planta tenha maior aproveitamento da energia solar para realização da fotossíntese.

Os resultados quanto ao modelo linear do ajuste de regressão da interação "leitura x tratamento" para área foliar, obtido do desdobramento leitura dentro de cada nível de tratamento dos acessos BRS-Pajeú, Azul, Cariri, Verde Ligeiro e Corujinha estão expressos no apêndice U. Os níveis de significância variaram de 0 a 0,0002. O maior valor para estimativa  $\beta_0$ , foi constatada em Azul (43,8375) e o menor valor em BRS-Pajeú (40,7713). O maior valor para estimativa  $\beta_1$ , foi revelado em Cariri (5,4050) e o menor em Corujinha (3,3853) (Apêndice U). O maior Erro padrão  $\beta_0$  foi de 2,3961. O maior Erro padrão  $\beta_1$  foi 0,8749 (Apêndice U).

Todos os coeficientes de determinação- $R^2$  foram maiores que zero, sendo o maior valor revelado para Verde Ligeiro (0,960262) e o menor para Corujinha (0,842327), ou seja, 96,0262% de variação para Verde Ligeiro e 84,2327 para Corujinha é explicado pela equação de regressão (Apêndice U)

## 4.5 Infestação por insetos fitófagos e incidência/severidade de doenças

### 4.5.1 Experimento no Campus II da UEPB, Lagoa Seca/PB

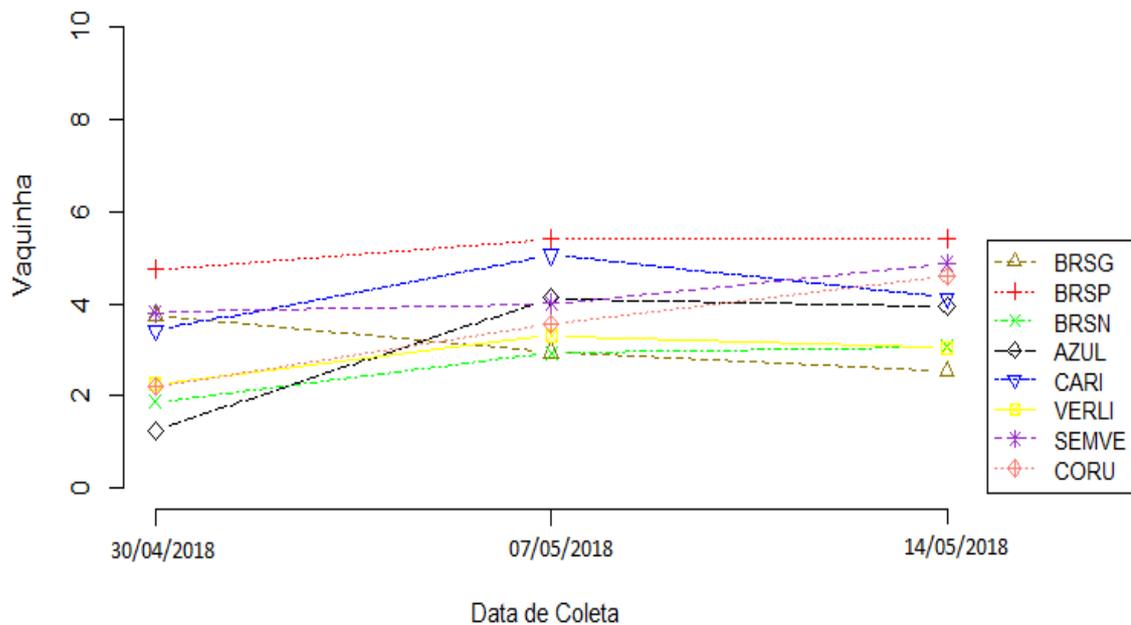
A avaliação de insetos fitófagos e doenças nas plantas iniciou do estágio V4 até o final do ciclo R5. Infestaram as plantas pulgões (*Aphis craccivora*, *Aphis gossypii* e *Aphis fabae*), larva minadora (*Liriomyza sativae*), percevejos [percevejo vermelho do feijão-caupi (*Crinocerus sanctus*) e percevejo verde da soja (*Nezara viridula*)] e vaquinhas (*Diabrotica speciosa* e *Cerotoma arcuatus*). No entanto, as injúrias causadas pelas vaquinhas não foram significativas pelo teste F (Apêndice V); e os dados de infestação com percevejos não tiveram distribuição normal.

Pulgões ocorreram em uma parcela da variedade Sempre verde com 49 (DAS). Lantanzio et al. (2000) constataram que há uma forte relação entre as características de resistência e/ou suscetibilidade contra pulgões com o conteúdo de glicosídeos flavonóides das linhagens de feijão-caupi. Segundo esse estudo, linhagens resistentes são constituídas de elevados teores de flavonóides quando comparadas aos das suscetíveis. Esses insetos são mais frequentes em climas secos (ZAWADNEAK et al., 2015) como a época de desenvolvimento desse experimento foi entre abril/junho, as precipitações estavam muito elevadas (Tabela 1), diminuindo a proliferação da praga nas parcelas.

Injúrias de larva minadora foram identificadas nas folhas de duas parcelas, pertencentes a cultivar BRS-Guariba (42 DAS) e Azul (60 DAS).

As vaquinhas infestaram e causaram injúrias em todas as variedades e cultivares testadas. No entanto, os dados não foram significativos pelo teste F (Apêndice V).

As vaquinhas são insetos polípagos que prejudicam não apenas a cultura do feijão-caupi, mas também feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), milho (*Zea mays* L.), soja [*Glycine max* (L.) Merr], batata (*Solanum tuberosum* L.), dentre outras. *Diabrotica speciosa* é a espécie mais abundante e prejudicial para as culturas agrícolas na América do Sul (LAUMANN et al., 2003; VIANA, 2010; COSTA et al., 2017; CARLI et al., 2018). Ao avaliar a intensidade de desfolha durante 28 DAS, 35 DAS e 42 DAS, em alguns genótipos o nível médio da desfolha tende a diminuir e isso se deu por causa da queda no número de folhas, ocasionadas pelo dano foliar ao longo dos dias de avaliações (Figura 11).

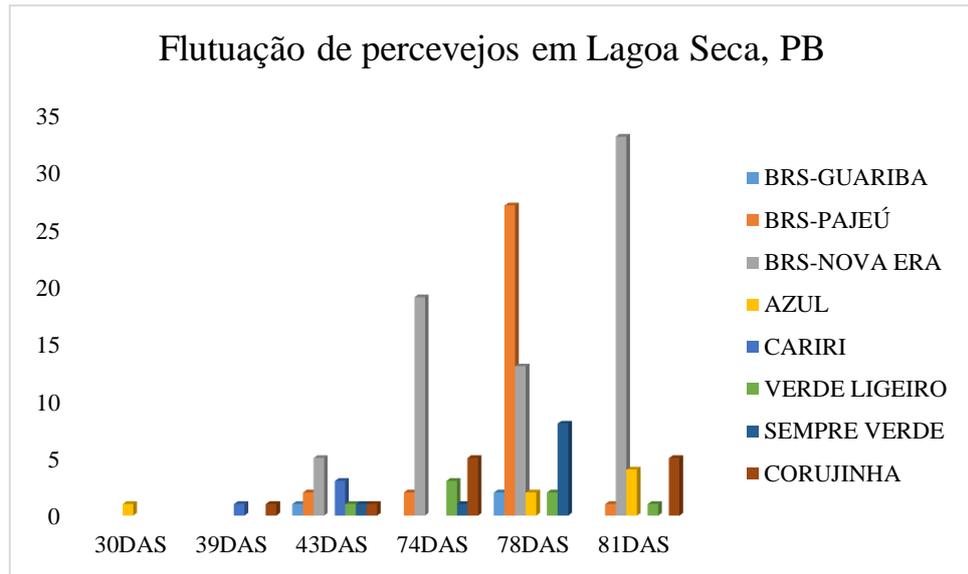


**Figura 11.** Desfolha de Vaquinhas (*Diabrotica speciosa*, *Cerotoma arcuata*), durante os dias 30/04/2018, 07/05/2018 e 14/05/2018 nos oito genótipos de feijão-caupi, no Campus II em Lagoa Seca, PB. Campina Grande, PB, 2019.

O início do aparecimento de percevejos ocorreu aos 30 DAS, permanecendo até o final do ciclo com a presença das vagens. Os dias que foram observados ocorreram nos meses de maio de 2018, 30 DAS, 39 DAS e 43 DAS e no mês de junho em 74 DAS, 78 DAS e 81 DAS (Figura 12).

A cultivar BRS-Novaera foi a que apresentou maior quantidade de percevejos durante o ciclo da cultura, chegando a contabilizar 21 percevejos em uma única planta. Seguida da cultivar, a BRS-Pajeú com maior número dentro das parcelas nos quatro blocos instalados. Para esse estudo, os dados não deram normais na análise estatística, pelo fato de não ter ocorrido em todas as parcelas.

O primeiro percevejo-vermelho-do-caupi foi encontrado na variedade Azul, mas não obteve maiores números ao longo dos dias. Os percevejos quando estão se alimentando injetam toxinas nos grãos e nos orifícios deixados pelo aparelho bucal, causando depreciação do produto para comercialização (MARSARO JÚNIOR; PEREIRA, 2013). O pico populacional de percevejos fitófagos ocorreu na fase reprodutiva da cultura (R1-R5), sendo a espécie *Crinocerus sanctus* (Hemiptera: Coreidae) a mais abundante no campo. Os maiores valores observados, considerando o somatório, ocorreu com 81 DAS, com 33 percevejos dentro das 4 parcelas de BRS-Novaera (Figura 12).



**Figura 12.** Flutuação do número de percevejos (*Crinocerus sanctus*, *Piezodorus guildini*, *Acrosternum sp*) de 30 a 81 dias após a sementeira nas plantas cultivadas no experimento em Lagoa Seca, PB. Campina Grande, PB, 2019.

A cultivar BRS-Novaera também teve as menores médias quanto ao NSPV e CV (Tabelas 9 e 10). No estudo conduzido por Freitas et al. (2006), os dados revelaram que houve reduções nas médias dos comprimentos, pesos das vagens, médias dos números de grãos por vagem e de grãos chochos ocasionados por percevejo.

Quanto as doenças, incidiram mosaico rugoso (*Bean rugose mosaic vírus-BRMV*), cercosporiose (*Cercospora sp.*); ferrugem (*Uromyces sp*) (Figura 13), oídio (*Oidium sp.*) (Figura 14) e antracnose (*Colletotrichum sp*). Mosaico rugoso incidiu somente na variedade Cariri. Ferrugem, oídio, cercosporiose e antracnose incidiram sobre todas as variedades e cultivares avaliadas no experimento.

Nas microrregiões do Sertão, Curimataú, Brejo e Litoral paraibanos foram feitos levantamentos de doenças que atingem a cultura do feijão-caupi e foram identificadas cinco doenças a cercosporiose (*Cercospora sp.*); fusariose (*Fusarium oxysporum*), fumagina (*Capnodium sp.*), antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) e mancha de *Alternaria* (*Alternaria sp.*) (ALMEIDA et al., 2003).

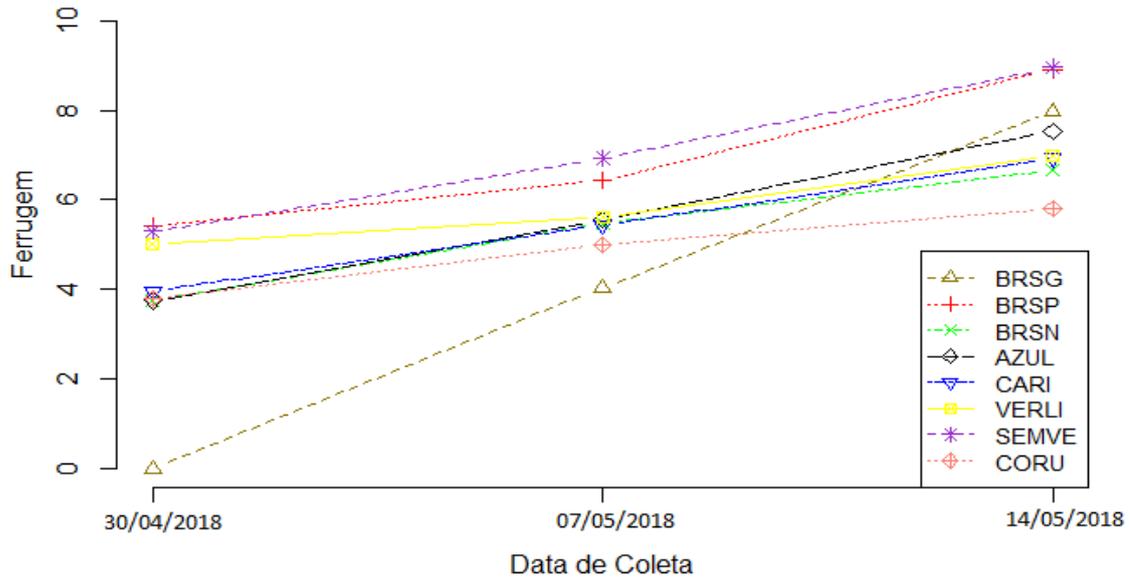
Segundo o teste de F com 5% de probabilidade quanto a avaliação da severidade das doenças, a significância só foi verificada para oídio e cercosporiose (Apêndice V).

**Tabela 14.** Comparação das médias por meio do teste de Tukey para os descritores de vaquinhas (*Diabrotica speciosa*, *Cerotoma arcuata*); ferrugem (*Uromyces sp.*), oídio (*Oidium sp.*); cercosporiose (*Cercospora sp.*); e antracnose (*Colletotrichum sp.*), obtido dos oito genótipos de feijão-caupi concernentes ao Campus II em Lagoa Seca-PB. Campina Grande, PB, 2019.

<b>GENÓTIPOS</b>	<b>Vaquinha</b>	<b>Ferrugem</b>	<b>Oídio</b>	<b>Cercosporiose</b>	<b>Antracnose</b>
Sempre Verde	4,23*	7,06	3,90 b**	10,89 a	0,47
Azul	3,11	5,62	0,70 b	4,75 b	0,35
Corujinha	3,47	4,87	0,79 b	5,29 b	0,29
Verde Ligeiro	2,87	5,86	4,31 b	5,61 b	0,39
Cariri	4,21	5,44	7,39 b	5,64 b	0,40
BRS-Nova era	2,63	5,29	35,47 <sup>a</sup>	11,38 a	0,89
BRS-Guariba	3,09	3,99	3,51 b	5,52 b	0,18
BRS-Pajeú	5,19	6,92	1,44 b	5,20 b	0,25
<b>DMS</b>	1,28	3,24	14,70	7,55	0,91

\* Dados não diferem pelo teste F. \*\*Dados seguidos pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5%. DMS- Diferença Mínima Significativa.

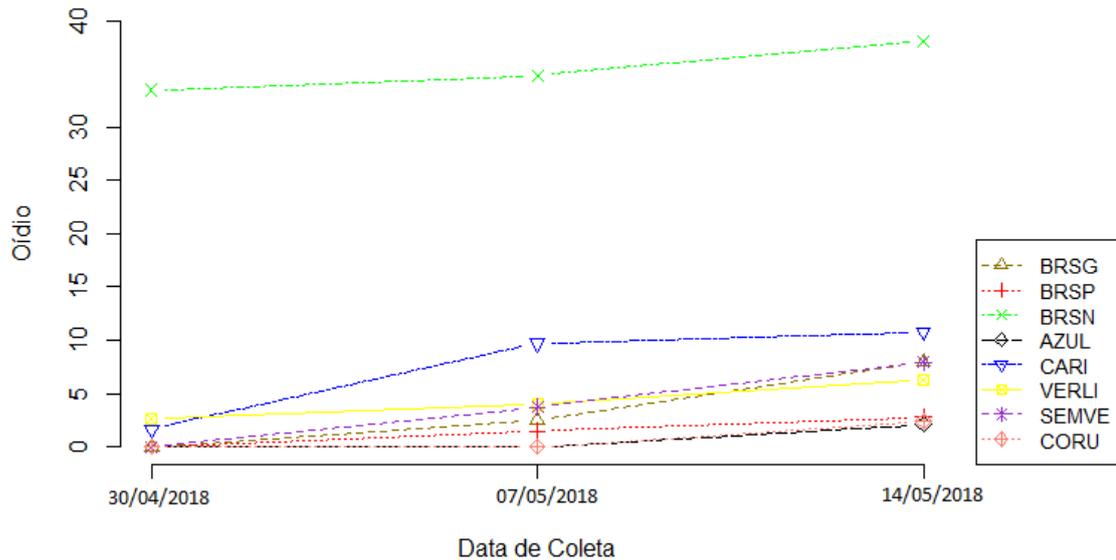
Apesar da análise de severidade da ferrugem e os dados não terem sido significativos, os dados variaram entre 2,63 e 5,19 (Tabela 14); e verificou-se aumento da doença com o tempo nos genótipos (Figura 14). Os sintomas e sinais da ferrugem aparecem nas áreas foliares, pecíolos, caules e vagens, com o surgimento de manchas cloróticas em formato circular e posteriormente a estrutura do fungo eclode para a parte exterior do tecido da planta. Há o aparecimento de pústulas de coloração marrom-avermelhada que podem ser visualizadas facilmente a olho nu, favorecendo a identificação e análise (SOUZA et al. 2008).



**Figura 13.** Gráfico de perfil, obtido pela avaliação de suscetibilidade à Ferrugem (*Uromyces sp.*), durante os dias 30/04/2018, 07/05/2018 e 14/05/2018 nos oito genótipos de feijão-caupi do Campus II em Lagoa Seca, PB. Campina Grande, PB, 2019.

Quanto a antracnose, apesar dos dados não serem significativos quanto a severidade, os dados variaram entre 0,18 e 0,89 (Tabela 14). Essa doença ocasiona danos considerados significativos em outras espécies de feijão. Bicalho et al. (2018) relata que a doença pode causar danos de até 100% no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) e conhecer os mecanismos genéticos envolvidos nessa relação entre planta e patógeno torna-se algo primordial para o surgimento de métodos eficientes de controle da doença no feijão.

Quanto a severidade de oídio (Apêndice W) os dados revelaram que a BRS-Novaera tem a maior suscetibilidade a doença, quando comparada aos demais genótipos testados (Tabela 14). A figura 14 ilustra a severidade da cultivar BRS-Novaera durante os 28 DAS, 35 DAS e 42 DAS comparada aos demais genótipos de feijão-caupi. Segundo Freire Filho et al. (2007) essa cultivar apresenta suscetibilidade a uma gama de doenças foliares que incidem na cultura do feijão-caupi, como mela (*Rhizoctonia solani*) e oídio (*Erysiphe polygoni*), não havendo referência pra mancha de cercosporiose, doença muito comum no feijão-caupi (FREIRE FILHO et al., 2007).



**Figura 14.** Severidade de oídio (*Oidium* sp.) nas cultivares (BRS-Pajeú, BRS-Novaera e BRS-Guariba) e variedades (Sempre Verde, Corujinha, Azul, Verde Ligeiro e Cariri) durante os dias 30/04/2018, 07/05/2018 e 14/05/2018 nos oito genótipos de feijão-caupi, no Campus II em Lagoa Seca, PB. Campina Grande, PB, 2019.

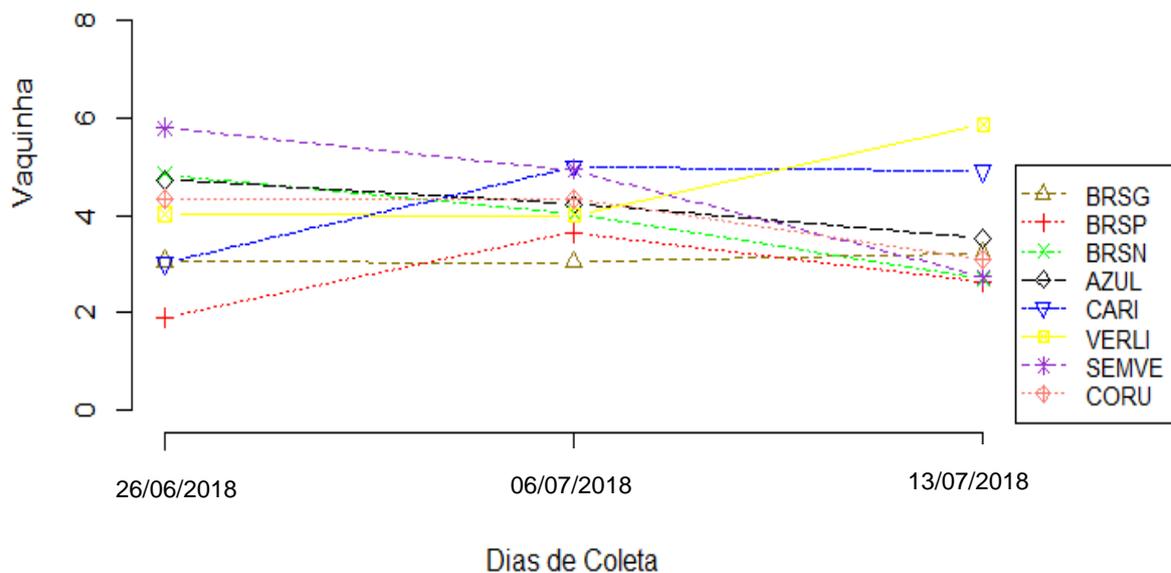
Quanto a severidade da cercosporiose (Apêndice X), a cultivar BRS-Novaera e a variedade crioula Sempre Verde foram as mais suscetíveis a essa doença comparadas aos demais tratamentos, com médias 11,83 e 10,89, respectivamente (Tabela 14). A cercosporiose é uma das principais doenças que atingem a cultura do caupi. O patógeno é disseminado através das sementes e pode ocasionar perdas de 30 a 40% na produção do feijão-caupi (DUANGSONG et al., 2016). Sendo assim algumas estratégias preventivas acontecem pela utilização de sementes saudáveis, de origem conhecida, genótipos resistentes e rotação de cultura (HALFELD-VIEIRA et al., 2010; BENCHIMOL et al., 2017). Duangsong et al. (2018) verificaram que o genótipo de feijão-caupi IT90K-59-120 é considerado resistente a cercosporiose, sendo a resistência hereditária governada por um único gene recessivo.

## 5.2 Experimento na AS-PTA, Esperança/PB

A avaliação de insetos fitófagos e doenças entre os tratamentos iniciou no estágio V4 até o final do ciclo R5. Os insetos fitófagos identificados foram: pulgões (*Aphis craccivora*, *Aphis gossypii* e *Aphis fabae*), larva minadora (*Liriomyza sativae*), percevejos [percevejo vermelho do feijão-caupi (*Crinocerus sanctus*) e percevejo verde da soja (*Nezara viridula*)] e vaquinhas (*Diabrotica speciosa* e *Ceratomyza arcuatus*).

Dentre as pragas identificadas os pulgões e as injúrias causadas pela larva minadora foram verificadas em todos os tratamentos. A larva minadora foi identificada aos 40 DAS e os pulgões aos 39 DAS. Uma das características dos pulgões é que eles atacam as plantas principalmente em épocas do ano mais secas e de temperaturas mais amenas. Fatores confirmados nos dados de precipitação anual que foram mais baixos durante os meses de desenvolvimento da cultura de março a julho (Tabela 1).

Quanto as injúrias causadas por vaquinha, verificou-se flutuação nas injúrias causadas pelo inseto nos genótipos (Figura 15), sendo os dados não significativos (Apêndice Y).

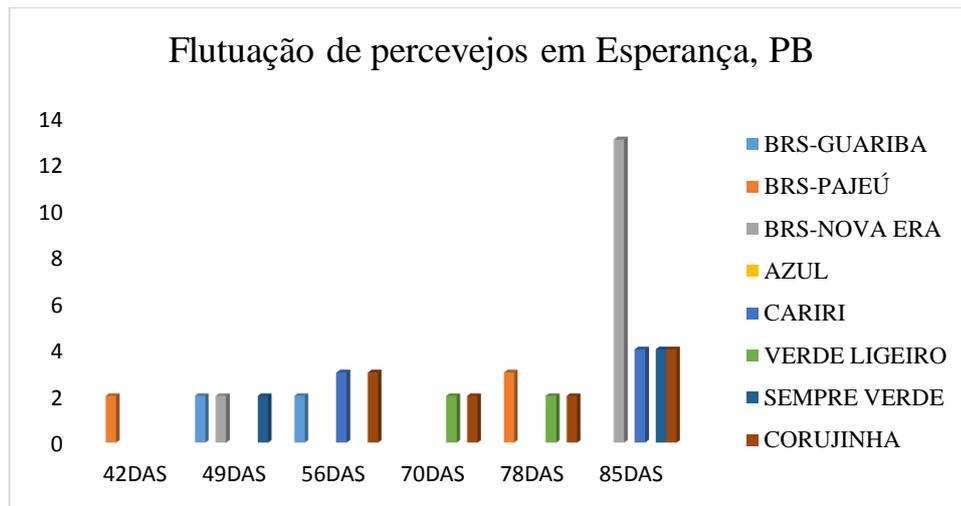


**Figura 15.** Intensidade da desfolha de Vaquinhas (*Diabrotica speciosa*, *Cerotoma arcuata*), durante os dias 26/06/2018, 06/07/2018 e 13/07/2018 nos oito genótipos de feijão-caupi, na APSTA em Esperança, PB, Campina Grande, 2019.

O início de aparecimento de percevejos ocorreu aos 42 DAS, permanecendo até o final do ciclo com a presença das vagens. Os dias que foram observados ocorreram no mês de junho de 2018 em 42 DAS, 49 DAS e 56 DAS e no mês de julho em 70 DAS, 78 DAS e 85 DAS como ilustra o gráfico abaixo (Figura 16). Para esse estudo, os dados não deram normais na análise estatística, pelo fato de não ter ocorrido em todas as parcelas.

Os primeiros percevejos foram contabilizados na cultivar BRS-Pajeú e os maiores números de percevejos foram observados na última leitura, com 85 DAS, tendo a BRS-Novaera com índices elevados, seguida da Cariri, Corujinha e a BRS-Guariba. O peso de grãos comerciais, número de sementes por vagem são indícios evidentes quando a resistência ou suscetibilidade a ataques desses insetos (ROSSETTO et al., 1985). Os estudos aqui

revelaram que a cultivar BRS-Novaera também apresentou menores médias quanto a CV, LV e NSPV (Tabela 10).



**Figura 16.** Flutuação do número de percevejos (*Crinocerus sanctus*, *Piezodorus guildini*, *Acrosternum sp*) de 42 a 85 dias após a sementeira em genótipos de feijão-caupi no experimento na ASPTA em Esperança, PB. Campina Grande, PB, 2019.

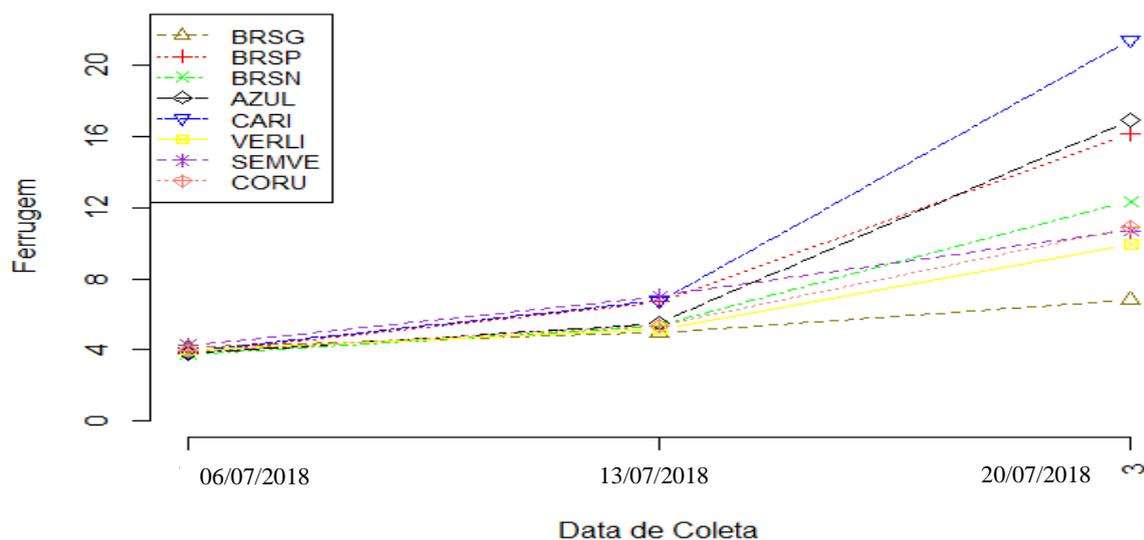
Quanto às doenças, incidiram sobre as plantas cercosporiose (*Cercospora sp.*); ferrugem (*Uromyces sp*), oídio (*Oidium sp.*) e antracnose (*Colletotrichum sp*) (Tabela 15).

**Tabela 15.** Comparação das médias por meio do teste de Tukey para os descritores de vaquinhas (*Diabrotica speciosa*, *Ceratomyza arcuata*); ferrugem (*Uromyces sp*), oídio (*Oidium sp.*); cercosporiose (*Cercospora sp.*); e antracnose (*Colletotrichum sp*), obtido dos oito genótipos de feijão-caupi concernentes ao campo experimental da ASPTA em Esperança-PB. Campina Grande, PB, 2019.

Genótipos	Vaquinha	Ferrugem	Oídio	Cercosporiose	Antracnose
Sempre Verde	4,49*	7,34*	2,59 ab**	2,45*	2,45*
Azul	4,16	8,76	2,13 ab	4,21	0,27
Corujinha	3,93	6,74	0,61 b	3,01	0,21
Verde Ligeiro	4,63	6,38	10,29 a	2,46	0,21
Cariri	4,31	10,71	6,53 ab	2,93	0,22
BRS-Novaera	3,93	7,17	10,4 a	3,03	0,28
BRS-Guariba	3,11	5,32	0,63 b	2,75	0,18
BRS-Pajeú	2,73	8,92	0,48 b	4,24	0,24
<b>DMS</b>	<b>3,37</b>	<b>8,71</b>	<b>9,64</b>	<b>4,09</b>	<b>0,40</b>

\* Dados não diferem pelo teste F. \*\*Dados seguidos pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5%. DMS- Diferença Mínima Significativa.

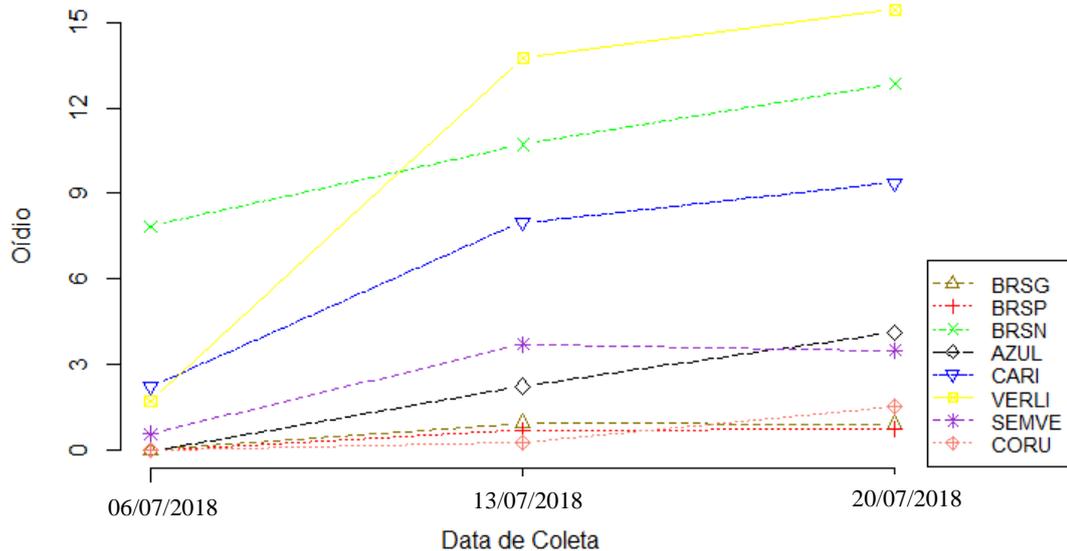
Quanto a ferrugem, a partir da segunda avaliação verificou-se aumento da severidade da doença nos genótipos (Figura 17). Apesar de não haver diferença estatística quanto a severidade nas variedades, verificou-se que a variedade Cariri apresentou média de 10,71, seguida da BRS-Pajeú com 8,92 (Tabela 15). Os resultados das leituras foram durante 65 DAS, 72 DAS e 79 DAS são ilustrados na figura 17. Algumas medidas de controle da ferrugem podem ser aplicadas, tais como eliminação dos restos culturais contaminados, rotação de culturas e uso de cultivares resistentes (SOUZA et al. 2008).



**Figura 17.** Severidade de ferrugem (*Uromyces sp*) nas variedades crioulas e cultivares, durante os dias 06/07/2018, 13/07/2018 e 20/07/2018 nos oito genótipos de feijão-caupi, na ASPTA em Esperança, PB, Campina Grande, 2019.

Com apenas uma avaliação de cercosporiose e antracnose no estágio R1 da cultura, observou-se que os dados não revelaram diferença estatística entre os tratamentos segundo o teste de Tukey (Tabela 15). De acordo com Duansong et al. (2018) a cercosporiose é um problema fitopatológico que atinge principalmente regiões tropicais.

Quanto a severidade de oídio, houve diferença significativa entre os tratamentos, verificando que as menores intensidades de oídio foram contatadas para a variedade Corujinha, e cultivares BRS-Pajeú e BRS-Guariba (Tabela 15), sendo genótipos as mais resistentes para essa doença, diferindo dos demais que obtiveram maiores médias. A figura 18 e apêndice Z, ressaltam o desenvolvimento e alta suscetibilidade da BRS-Novaera e da Verde Ligeiro, como também da Cariri durante 65 DAS, 72 DAS e 79 DAS comparada aos demais genótipos de feijão-caupi.



**Figura 18.** Severidade de oídio (*Oidium sp.*), durante os dias 06/07/2018, 13/07/2018 e 20/07/2018 nos oito genótipos de feijão-caupi, na ASPTA em Esperança, PB, Campina Grande, 2019.

Os resultados do presente trabalho demonstraram as principais doenças e insetos fitófagos que incidem sobre os municípios de Lagoa Seca e Esperança, localizados no Brejo paraibano. Os estudos de identificação de pragas e doenças nas práticas agrícolas favorecem nas tomadas de decisões para controle, diminuição com custo de pulverizações, contribuindo para o meio ambiente e para a identificação de genótipos resistentes (GALLO, 2002; STOUT, 2014; SINGH & MISRA, 2016) que podem ser utilizados localmente.

#### 4.6 Avaliação participativa das variedades e cultivares com as famílias agricultoras

As avaliações qualitativas analisadas pelos agricultores foram hábito de crescimento (HC2), altura da planta (AP1), número de vagens por planta (NV2), tamanho das vagens (TV), resistência a pragas e doenças (RPD) e resistência a seca (RS), sendo as avaliações submetidas a análise de variância por meio de escala de notas.

Os agricultores e agricultoras que contribuíram pra pesquisa foram divididos em quatro grupos e definiram notas para cada variedade e cultivar, de acordo com suas características visuais, ou seja, buscou-se o “olhar do agricultor” dentro da pesquisa acadêmica. Ressalta-se que os agricultores realizaram as avaliações considerando as condições ambientais da ASPTA, pois foi o local de realização da pesquisa qualitativa participativa. Como mostra o (Apêndice AA) os tratamentos se revelaram significativos para HC2, AP1, NV2, TV e RPD pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 16.** Comparação das médias por meio do teste de Tukey (5% de probabilidade) para Hábito de crescimento (HC2): Moita, Meira rama, Rama; Altura das plantas (AP2), Número de vagens por planta (NV2), Tamanho das vagens (TV), Resistência a pragas e doenças (RPD) e Resistência a seca (RS), segundo a avaliação participativa dos agricultores.

<b>Genótipos</b>	<b>HC2</b>	<b>AP2</b>	<b>NV2</b>	<b>TV</b>	<b>RPD</b>	<b>RS</b>
<b>Sempre Verde</b>	1,75 ab	2,88 a	2,25 ab	2,38 a	2,63 a	3,00*
<b>Azul</b>	1,75 ab	2,06 abcd	2,06 ab	2,44 a	2,38 ab	2,63
<b>Corujinha</b>	1,38 b	1,81 bcd	1,81 ab	2,06 ab	2,69 a	2,38
<b>Verde Ligeiro</b>	1,63 ab	1,44 cd	1,81 ab	1,81 ab	2,19 ab	1,75
<b>Cariri</b>	2,38 a	2,50 ab	1,63 ab	2,13 ab	2,56 a	3,13
<b>BRS-Novaera</b>	1,00 b	1,19 d	1,56 b	1,19 b	1,81 ab	1,69
<b>BRS-Guariba</b>	1,75 ab	2,38 abc	2,50 a	1,31 b	1,98 ab	2,56
<b>BRS-Pajeú</b>	1,00 b	1,38 d	1,88 ab	1,63 ab	1,56 b	1,81
<b>DMS</b>	0,87	0,95	0,90	0,98	0,98	1,67

\* Dados não diferem pelo teste F. \*\*Dados seguidos pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5%. A escala numérica para a realização das médias e análises estatísticas foram: (1) Moita, (2) Meia rama e (3) Rama para HC2; Para AP2, NV2, TV, RPD e RS foi (1) fraco, (2) médio, (3) bom e (4) ótimo.  
DMS- Diferença Mínima Significativa.

Segundo o teste de comparação de médias, para hábito de crescimentos (HC2) os genótipos que apresentam maiores médias foram as variedades Cariri, Sempre Verde, Azul, Verde Ligeiro e a cultivar BRS-Guariba. Todas diferindo dos genótipos Corujinha, BRS-Novaera e BRS-Pajeú com menores médias (Tabela 16) (Apêndice BB).

Os agricultores já apresentam uma prática para conservação dos recursos genéticos, em especial no semiárido da Paraíba acontece o manejo de sementes crioulas, levando estabilidade e resistência contra fatores bióticos e abióticos dentro do sistema de cultivo (DA SILVA et al., 2017).

Quanto à altura das plantas observadas pelos agricultores (Tabela 16) as maiores médias foram constatadas em Sempre Verde, Azul, Cariri e BRS-Guariba. Diferindo dos demais genótipos com dados inferiores (Apêndice CC). Os dados se mostraram correlacionados com as análises dos agricultores dentro das condições ambientais do experimento.

Para os dados referentes ao número de vagens os agricultores consideraram que a BRS-Novaera obteve a menor quantidade quando comparada aos demais genótipos (Tabela

16) (Apêndice CC). No experimento da avaliação os dados não deram significativos. Mas, no experimento I, as médias mais baixas foram para os genótipos Verde Ligeiro e Cariri (Tabela 9).

Para o tamanho das vagens, o teste de comparação de médias se mostrou significativo para os tratamentos. Tendo com menores tamanhos de vagens, para eles a BRS-Novaera e a BRS-Guariba (Tabela 16) (Apêndice DD). Indo de acordo com os dados do experimento na AS-PTA em Esperança para o comprimento da vagem e largura da vagem para a descrição desses genótipos (Tabela 10), local onde foi realizada a avaliação participativa.

Quanto a resistência a pragas e doenças os dados dos agricultores se mostraram significativos. Tendo os genótipos deferidos da menor encontrada na BRS-Pajeú. Considerada a menos resistente (Tabela 16) (Apêndice EE).

Como mostra na tabela 1, o estudo qualitativo ocorreu em uma época de estiagem; e o experimento foi realizado no sequeiro. Dessa forma, os agricultores foram questionados quanto a resistência a seca desses genótipos de feijão-caupi. Mas, os dados não se relevaram significativos para essa variável analisada pelos agricultores (Apêndice FF). Segundo Carvalho et al. (2017b) o feijão-caupi tem como característica uma alta resistência à seca em comparação com outras leguminosas.

Por meio de avaliação qualitativa participativa foi possível identificar genótipos considerados superiores quanto algumas variáveis analisadas pelos agricultores nos ambientes estudados; identificando juntamente, divergências e similaridades fenotípicas entre essas variedades e cultivares presentes nessa pesquisa.

#### **4.7 Análise da diversidade genética de dos genótipos de feijão-caupi**

Os resultados das análises moleculares mostraram que os marcadores ISSR foram eficientes para detectar polimorfismo genético em feijão-caupi.

Dos 43 primers utilizados, 11 foram selecionados para a avaliação, pois geraram fragmentos claros e consistentes, sendo: UBC (808, 809, 826, 827, 843, 846, 847, 858, 866, 878 e 888) (Tabela 5). Os primers UBC (808, 834, 858 826, 888) já foram utilizados em outros estudos com feijão-caupi e revelaram boa quantidade, qualidade e reprodutibilidade de bandas amplificadas (DIAS et al., 2015; MELO et al., 2011).

**Tabela 17.** Bandas geradas, polimórficas dos oligonucleotídeos, taxa de polimorfismo e conteúdo de informação polimórfica, utilizados na caracterização dos genótipos de feijão-caupi

<b>Oligonucleotídeos</b>	<b>Bandas geradas</b>	<b>Bandas polimórficas</b>	<b>Taxa de polimorfismo (%)</b>	<b>Conteúdo de Informação Polimórfica</b>
UBC 834	14	8	57,14	0,224
UBC 808	11	2	18,18	0,102
UBC 809	11	7	63,63	0,352
UBC 826	11	8	72,72	0,312
UBC 827	6	5	83,33	0,269
UBC 846	9	7	77,77	0,307
UBC 847	11	5	45,45	0,172
UBC 858	9	7	77,77	0,280
UBC 866	12	8	66,67	0,311
UBC 878	9	6	66,67	0,303
UBC 888	20	17	85	0,451
Total	123	81		

O número de bandas produzidas, por primer, variou de 6 (UBC827) a 20 (UBC888) (Tabela 17).

Conforme Botstein et al. (1980), marcadores com valores de PIC superiores a 0,5 são muito informativos, os que estão entre 0,25 e 0,5 mediantemente informativo e valores inferiores a 0,25 são considerados pouco informativos. Neste estudo, os valores do conteúdo de informação polimórfica (PIC) dos primers ISSR variaram de 0,102 (UBC-808) a 0,451 (UBC-888) (Tabela 17). Esses valores foram mais inferiores do que no estudo de Igwe et al. (2017), pois os números de PIC apresentados com marcadores ISSR variaram de 0,283 a 0,990.

**Tabela 18.** Medidas de diversidade genética para as oito populações de feijão-caupi geradas pelos 11 primers ISSR.

<b>GENÓTIPOS</b>	<b>NLP</b>	<b>P(%)</b>	<b>Na</b>	<b>Ne</b>	<b>He</b>	<b>I</b>
BRS Pajeú	12	9,76	1,0976±0,30	1,0741±0,24	0,0407±0,13	0,0587±0,18
BRS Guariba	8	6,50	1,0650±0,25	1,0527±0,21	0,0279±0,11	0,0399±0,15
BRS Novaera	23	18,70	1,1870±0,39	1,1462±0,33	0,0786±0,17	0,1128±0,24
Sempre Verde	13	10,57	1,1057±0,31	1,0577±0,20	0,0336±0,11	0,0510±0,16
Verde Ligeiro	7	5,69	1,0579±0,23	1,0378±0,17	0,0216±0,09	0,0319±0,13

Azul	13	10,57	1,1057±0,31	1,0731±0,24	0,047±0,12	0,0596±0,18
Cariri	18	14,63	1,1463±0,35	1,1202±0,30	0,0646±0,15	0,0923±0,22
Corujinha	21	17,07	1,1707±0,38	1,1129±0,28	0,0637±0,15	0,093±0,22

NLP= número de locos polimórficos; P (%) porcentagem de locos polimórficos (polimorfismo); Na = Número observado de alelos; Ne = Número efetivo de alelos; He = Diversidade genética de Nei e Li (1973); I = Índice de Informação de Shannon.

Para a caracterização da variabilidade genética dentro de oito populações de feijão-caupi foram utilizadas medidas de diversidade intrapopulacional com os onze marcadores ISSR, o número de locos polimórficos (NLP) e a porcentagem dos locos polimórficos (P) obtidos dos oito genótipos de feijão-caupi variaram com menores valores pra variedade Verde Ligeiro e os maiores para BRS-Novaera, apresentando de 7 a 23 e 5,69 a 18,70, respectivamente (Tabela 18). De 123 locos totais gerados, o genótipo BRS-Novaera apresentou a maior porcentagem de bandas polimórficas (18,7%) e a Verde Ligeiro com (5,7%) dos locos totais gerados (Tabela 18).

A diversidade genética na população da BRS Novaera (3) foi identificada como a mais alta, com número efetivo de alelos (Ne), diversidade gênica de Nei (He) e índice de informação de Shannon (I) de 1,1462±0,33, 0,0786±0,17 e 0,1128±0,24, respectivamente (Tabela 18). Segundo Nei (1973) a estatística He de Nei é considerada um método rápido e que revela uma grande quantidade de frequência genética. Os valores de He estão próximos a zero, indicando que os locos estão em homozigose, o que já era esperado, pois trata-se de uma espécie autógama. Essas medidas são, portanto, essenciais do grau de diversidade genética (IGWE et al., 2017).

Segundo MONTALVÁN et al. (2015) a base genética do feijão-caupi brasileiro é considerada estreita, todavia mais ampla que a de outras espécies cultivadas como arroz e da soja.

O maior valor quanto ao número observados de alelos (Na) foi obtido na cultivar Novaera, apresentando 1,1870±0,39 e o menor valor encontrado em Verde Ligeiro com 1,0579±0,23. E dentre as populações de variedades crioulas a Corujinha foi a que apresentou maior quantidade de alelos 1,1707±0,38, valor abaixo apenas da cultivar BRS-Novaera (Tabela 18)

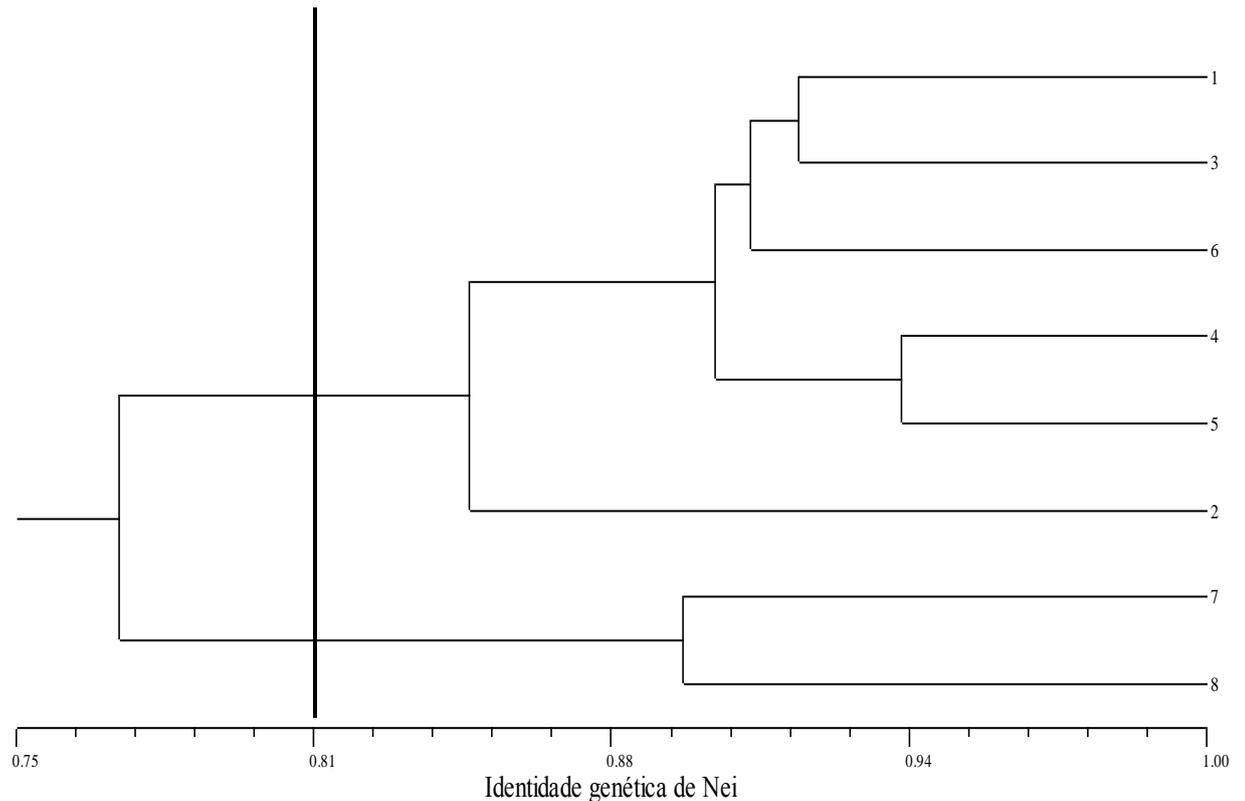
**Tabela 19.** Parâmetros genéticos populacionais de feijão-caupi.

	<b>HT</b>	<b>HS</b>	<b>GST</b>	<b>Nm</b>
Média	0,1810	0,0464	0,7437	0,1723
Desvio-padrão	0,033	0,004		

HT: heterozigiosidade total; HS: diversidade genética média dentro; GST: divergência gênica entre populações; e Nm: fluxo gênico.

A média de heterozigiosidade total foi cerca de 0,1810, a média de diversidade genética 0,0464, a divergência genética entre populações foi 0,7437 e a troca de informação genética entre as populações (fluxo gênico) foi de 0,1723 (Tabela 19). Os dados de diversidade nesse estudo foram considerados baixos. Segundo Egbadzor et al. (2014) a alta diversidade genética está relacionada com a maior número de acessos testados, mas contrapondo esse pensamento, Chen et al., (2017) avaliaram 33 genótipos de caupi do Níger e 27 da China relataram um baixo nível genético diversidade no Níger (0,23) do que genótipos da China (0,31), conferindo que o número de populações não interfere na diversidade genética.

Os marcadores ISSR possibilitaram gerar o dendrograma pelo UPGMA permitindo a separação em dois grupos considerando um ponto de corte no percentual de divergência genética de 0,81 (Figura 19). O grupo I constituindo as populações (1) BRS-Pajeú, (2) BRS-Guariba, (3) BRS-Nova Era, (4) Sempre Verde, (5) Verde Ligeiro, (6) Azul e grupo II apresentando as populações (7) Cariri e (8) Corujinha.



**Figura 19.** Dendrograma UPGMA baseado na identidade genética de NEI para oito genótipos de feijão caupi. 1- BRS-Pajeú, 2- BRS-Guariba, 3-BRS-Novaera, 4-Sempre Verde, 5-Verde Ligeiro, 6-Azul, 7-Cariri e 8- Corujinha.

O grupo I reuniu a maioria dos genótipos de feijão-caupi, com as cultivares BRS-Guariba e BRS-Novaera e a variedade Azul com hábito de crescimento semiereto e os semiprostados BRS-Pajeú, Sempre Verde, Corujinha e Verde Ligeiro. Quanto a forma da semente a maioria dos pertencentes ao grupo I apresentou forma riniforme (BRS-Novaera, BRS-Guariba, Verde Ligeiro, Sempre Verde) e do grupo II a Cariri apresentou forma ovoide, Corujinha forma romboide.

Quanto a cor da semente o grupo I reuniu grãos de cor branca (BRS-Guariba, BRS-Novaera), castanho claro (Sempre Verde), castanho escuro (BRS-Pajeú), creme (Verde Ligeiro), cor azul a preto manchado (Azul). O grupo II reuniu grãos de cor castanho escuro com pigmentações igualmente distribuídas (Corujinha) e branca com pigmentações igualmente distribuídas (Cariri)

O grupo I reuniu, genótipos com maiores médias para número de vagens (BRS-Guariba), maiores médias de comprimento da vagem (BRS-Pajeú) (Tabela 9), maior valor médio para número de nós do caule principal (BRS-Novaera e BRS-Guariba), genótipos com maior altura da planta (Sempre Verde e BRS-Guariba), apresenta a maioria dos genótipos

com maior área foliar (Verde Ligeiro, Sempre Verde, Azul, BRS-Guariba, BRS-Pajeú) (Tabelas 11 e 13), genótipos com maior suscetibilidade a doença oídio (BRS-Novaera e Verde Ligeiro), e suscetibilidade a doença cercosporiose (Sempre Verde e BRS-Novaera).

No grupo I a Corujinha com média significativa quanto ao massa de sementes por planta (Tabela 9), resistente a doença oídio (Tabela 14 e 15) e a Cariri com menores índices de número de vagens (Tabela 9), menor massa de sementes (Tabela 9), média significativa quanto ao número de sementes por vagem (Tabela 9 e 10), menores médias para número de nós do caule principal (Tabela 11 e 12), dentro das crioulas com maior média de área foliar (Tabela 11 e 13), único genótipo com presença de mosaico rugoso e apresentando também junto com outros genótipos a suscetibilidade a oídio (Tabela 1).

**Tabela 20.** Medidas Imparciais de Identidade Genética e Distância Genética de Nei (1978) para feijão-caupi.

Genótipos	BRS Pajeú	BRS Guariba	BRS Novaera	Sempre Verde	Verde Ligeiro	Azul	Cariri	Corujinha
BRS Pajeú	****	0,8579	0,9145	0,8823	0,8889	0,9047	0,7749	0,7771
BRS Guariba	0,1533	****	0,8903	0,8254	0,8489	0,8034	0,7473	0,7323
BRS Novaera	0,0893	0,1162	****	0,9122	0,9042	0,9036	0,7976	0,7818
Sempre Verde	0,1253	0,1919	0,0919	****	0,9360	0,8786	0,8099	0,7895
Verde Ligeiro	0,1177	0,1639	0,1007	0,0661	****	0,9139	0,7645	0,7548
Azul	0,1002	0,2189	0,1013	0,1294	0,0901	****	0,7551	0,7708
Cariri	0,2551	0,2913	0,2262	0,2109	0,2685	0,2810	****	0,8901
Corujinha	0,2521	0,3116	0,2461	0,2363	0,2813	0,2603	0,1165	****

A matriz de similaridade genética, obtida a partir do coeficiente índice de identidade de Nei (1973) variou de 0,0901 a 0,9360, sugerindo que o germoplasma utilizado apresenta uma estreita base genética diferentemente da variação da similaridade genética observada por Bhat et al. (1999). O maior valor de identidade genética e menor distância genética foram constatados entre os genótipos (4) Sempre verde e (5) Verde ligeiro. Revelando serem genótipos similares e próximos geneticamente (Tabela 20).

Os genótipos Sempre Verde e Verde Ligeiro tiveram a mesma origem, advindas do campo de multiplicação da ASPTA. A cor da semente constitui um relevante caráter

qualitativo para identificar uma determinada variedade ou cultivar, sendo um fator independente do ambiente (KUMAR; MISRA, 2013).

Como citado essas sementes apresentam cores diferentes (Figura 1), a Sempre Verde apresenta coloração castanho claro e a Verde Ligeiro creme. Mas, durante a colheitas nos campos experimentais em algumas parcelas de Verde Ligeiro foram encontradas sementes com cor castanho claro, semelhantes à Sempre Verde e vice-versa. Os dados revelam que esses genótipos podem ter uma provável mistura genética entre as linhagens, mostrando heterogeneidade genética. Como também ter ocorrido o cruzamento natural dentro do campo de multiplicação por espaçamento insuficiente ou mistura mecânica das sementes. (FALEIRO, 2007).

Os pares de genótipos com maior identidade genética e menor distância genética foram: BRS-Pajeú e Cariri, BRS-Guariba e BRS-Pajeú, BRS-Novaera e PRS-Pajeú, Sempre Verde e BRS-Novaera, Verde Ligeiro e Sempre Verde, Azul e Verde Ligeiro, Cariri e Sempre Verde, Corujinha e Cariri (Tabela 20).

Os resultados aqui obtidos podem subsidiar programas de melhoramento de feijão-caupi pela identificação de materiais com características de interesse morfoagronômico para promover o desenvolvimento da espécie, auxiliando pequenos e grandes produtores dessa cultura tradicionalmente relevante para a região Paraibana.

## 5 CONCLUSÕES

- Há variabilidade morfoagronômica entre os oito genótipos de feijão-caupi quanto os caracteres qualiquantitativos.
- As variedades Corujinha, Azul, Sempre Verde, Verde Ligeiro e a cultivar BRS-Pajeú são as mais produtivas em número de sementes por vagem e produtividade em grãos.
- Os genótipos Corujinha, BRS-Pajeú e BRS-Guariba foram mais resistentes ao oídio em ambos experimentos.
- As variedades Cariri e Verde Ligeiro apresentam médias inferiores para número de vagens no experimento I, sendo um fator dependente do ambiente.
- A variedade Cariri apresentou baixa massa de sementes e produtividade em grãos apenas no experimento I, sendo um fator dependente do ambiente.
- A variável número de sementes por vagem é influenciada pelo ambiente entre os genótipos, com exceção da BRS-Guariba apresentaram menores valores em ambos experimentos.
- A cultivar BRS-Novaera teve maior infestação de percevejos.
- A cultivar BRS-Novaera apresenta alta suscetibilidade a oídio e a cercosporiose.
- Os marcadores ISSR são eficientes na avaliação da divergência genética de acessos de feijão-caupi.
- As variedades Sempre Verde e Verde Ligeiro apresentam maior similaridade genética dentre os genótipos.
- Os resultados da avaliação participativa dos agricultores estão correlacionados com os resultados da avaliação qualitativa e quantitativa para os parâmetros hábito de crescimento, altura da planta e tamanho das vagens.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, M.W. Plant architecture and yield breeding. **Iowa State Journal of Research**, v.56, n.3, p.225-254, 1982.
- ALBERT, I. C. L.; NORONHA, M DE A. MARTINS, R. B; MICHEREF, A. J. **Escala diagramática para avaliação da severidade da cercosporiose em caupi**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.7, p.2029-2032, 2008
- ALGHAMDI, S.S; KHAN, H.M. MIGDADI, E.H. EL-HARTY, M. AFZAL, FAROOQ, M. **Biochemical and molecular characterization of cowpea landraces using seed storage protein and SRAP marker patterns**, *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2018.
- ALMEIDA, F.A.C; FIGUEIREDO NETO, A; DA COSTA, R. F; DE GOUVEIA, J.P.G; DE OLIVEIRA, M. E. C. **Danos mecânicos em sementes de feijão *Vigna*, causados pelas operações na unidade de beneficiamento**. Campina Grande, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.8, n.2/3, p.254-259, 2004.
- ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. L. D. **Sistema Integrado de Produção Agroecológica: uma experiência de pesquisa em agricultura orgânica**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 37 p. (Embrapa CNPAB. Documentos, 169). 2003.
- ANDRADE, A. S. J. **Cultivo do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. Teresina: Embrapa-Norte, 2002.
- ATHAYDE SOBRINHO, C.A. Principais doenças do feijão-caupi no Brasil. **A cultura do feijão-caupi no Brasil**. Teresina-PI. Embrapa Meio-Norte. p.44-67., 2016.
- AKIBONDE S, MAREDIA M. **Department of Agricultural, food and resource economics, Michigan State University**. Global and regional trends in production, trade and consumption of food legume crops; 2011.
- ASSUNÇÃO, I.P., M.-FILHO, L.R., RESENDE, L.V., BARROS, M.C.S., LIMA, G.S.A., COELHO, R.S.B. & LIMA, J.A.A. **Genes diferentes podem conferir resistência ao *Cowpea severe mosaic virus* em caupi**. *Fitopatologia Brasileira* 30:274-278. 2005.
- BADIANE FA, DIOUF M, DIOUF D. Cowpea. In: Singh M, Bisht IS, Dutta M, editors. **Broadening the Genetic Base of Grain Legumes**. Springer India; 2014.
- BARBIERI, R. L. et al. **Divergência genética entre populações de cebola com base em marcadores morfológicos**. *Ciência Rural*, v. 35, n. 02, p. 303-308, 2005.
- BARROSO, J. T. C. FARIAS, J. E. C; SOUZA, R. F; FREITAS JÚNIOR, S DE P; COSTA, M. G. S. **Germinação e vigor de sementes crioulas de feijão-caupi**. *Agrarian academy*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.5, n.9; p. 2018
- BERED, F.; NETO, J. F. B.; CARVALHO, F. I. F. **Marcadores moleculares e sua aplicação no melhoramento genético de plantas**. *Ciência Rural*, v. 27, n. 3, p. 513-520, 1997.

BETTENCOURT, E (ED). **Descritores para Feijão frade ou caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. Tradução de J. Pedro e A. Alves. Roma: Bioersivity International, 2007.

BENCHIMOL, R; L; SANTOS, A. K. A; DA SILVA, C. M; FREIRE FILHO, F. L; RODRIGUES, J. E. L. F. ***Pseudocercospora cruenta* na cultivar de feijão-caupi BRS Novaera no estado do Pará**. Macapá, v. 7, n. 4, p. 60-62, 2017

BENIN, G. et al. **Comparações entre medidas de dissimilaridade e estatísticas multivariadas como critérios no direcionamento de hibridações em aveia**. *Ciência Rural*, v. 33, n. 04, p. 657-662, 2003.

BIANCHIN, K.; PITTAR, R. M. **Efeito de sistemas produtivos com soja e feijão caupi sobre a comunidade de crisomelídeos**. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 25., 2014, Goiânia, GO. Resumos. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão; Universidade Federal de Goiás, 2014.

BICALHO NOGUEIRA G, DOS SANTOS LV, DE QUEIROZ CB, RIBEIRO CORRÊA TL, PEDROZO MENICUCCI R, SOARES BAZZOLLI DM, DE ARAÚJO EF, DE QUEIROZ MV. **The histidine kinase *slnC11* of *Colletotrichum lindemuthianum* as a pathogenicity factor against *Phaseolus vulgaris* L.** *Microbiological Research* (2018)

BHAT, K.V.; BABREKAR, P.P.; LAKHANPAUL, S. Study of genetic diversity in Indian and exotic sesame (*Sesamum indicum* L.) germplasm using random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. **Euphytica**, v.110, p.21-34, 1999.

Botstein D, RL Branco, Skolnick M e Davis RW (1980) **Construction of the genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms**. *Am J Hum Genet* 32: 314-331.

BRAGANTINI, C. **Alguns Aspectos do Armazenamento de Sementes e Grãos de Feijão**. Santo Antônio de Goiás. Embrapa Arroz e Feijão, 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, 2009. 399 p.

BRUNO, L. R. G. P; ANTONIO. R. P; ASSIS, J. G. A; MOREIRA, J. N; LIRA, I. C. S.A. Buffel grass morphoagronomic characterization from *cenchrus* germplasm active bank. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 2, p.487-495, 2017.

BURLE, M. L; OLIVEIRA, M. S. P. **Manual de curadoras de germoplasma**. Brasília, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia 2010

CAMPOS, F.L.; FREIRE FILHO, F.R.; LOPES, A.C. de A.; RIBEIRO, V.Q.; SILVA, R.Q.B. da; ROCHA, M. de M. Ciclo fenológico em caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.): uma proposta de escala de desenvolvimento. **Revista Científica Rural**, v. 5, p. 110-116, 2000.

CARDOSO, M. **Population arrangement of cowpea plants**. Congresso Nacional de Feijão-caupi. Sorriso, MT, 2016.

CARLI, M. DE; RECH, C; BENTO, J. M. S; NARDI, C. **Sexual dimorphism in *Diabrotica speciosa* and *Diabrotica viridula* (Coleoptera: Chrysomelidae)**. Revista Brasileira de Entomologia. 172-175, 2018.

CARVALHO, M; CASTRO, I; MATOS, M; LINO-NETO, T; SILVA, V; ROSA, E; CCARNIDE, V. Caracterização agro-morfológica de acessos de feijão-frade (*Vigna unguiculata*): bases para o melhoramento. Revista de Ciências Agrárias, 2016, 39, 506-517.

CARVALHO, M.; LINO-NETO, T.; ROSA, E.; CARNIDE, V. Cowpea: a legume crop for a challenging environment. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 97, n. 13, p. 4273-4284, 2017a.

CARVALHO, M; BEBELI, P. J; PEREIRA, G; CASTRO, I; EGEEA-GILABERT, C; MATOS, M; LAZARIDI, E; DUARTE, I; LINO-NETO, T; NTATSI, G; RODRIUES, M; SAVVAS, D; ROSA, E; CARNIDE, V. European cowpea landraces for a more sustainable agriculture system and novel foods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v, 97, n. 13, p. 4399–4407, 2017b.

CASTILLO-URQUIZA, G.P., MAIA, F.G.M., CARVALHO, M.G., PINTO, C.M.F. & ZERBINI, F.M. **Caracterização de um isolado do Bean rugose mosaic virus (BRMV) de Minas Gerais e estimativa de perdas em feijoeiro em infecção simples ou em conjunto com o BCMV**. Fitopatologia Brasileira 31:455-461. 2006.

**COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB)**. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Segundo levantamento/novembro safra 2018/19, v.6, 2018a.

**COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB)**. Perspectivas para agropecuária. 2018/19, v.6, Brasília, 2018.

COSTA, E. N; NOGUEIRA, L; DE SOUZA, B. H. S; RIBEIRO, Z. A; LOUVANDINI, H; ZUKOFF, S. N; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Characterization of Antibiosis to *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Brazilian Maize Landraces. **Journal of Economic Entomology**, volume 111, edição 1, fevereiro de 2018, páginas 454–462.

CHEN, H., HU, L., WANG, L., WANG, S., WANG, M., CHENG, X. **Genetic diversity and a population structure analysis of accessions in the Chinese cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) germplasm collection**. Crop J. 5,363– 372, 2017.

CUNHA, J. L. X. L; NASCIMENTO, P. G. M. L; MESQUITA, H. C; DA SILVA, M. G. O; DOMBROSKI, J. L. D; SILVA, I. N. **Comparação de métodos de área foliar EM *Chrysobalanus icaco* L.** Agropecuária científica no semi-árido, v.06, n 03 julho/setembro 2010 p. 22 – 27.

DE LUCA, D., CENNAMO, P., DEL GUACCHIO, E., DI NOVELLA, R., AND CAPUTO, P. **Conservation and genetic characterisation of common bean landraces from Cilentoregion**. (Southern Italy):high differentiation in spite of flow genetic diversity Genetica. 2018.

DA SILVA, M. J. R.; MARINI, F. S; DE PAULA, A.C; COELHO, A. A;

DOS SANTOS, A. S. **Agricultores familiares e cientistas: diálogo de saberes sobre as variedades crioulas de milho no estado da Paraíba.** Ciência e Cultura. vol.69 no.2 São Paulo Apr./Jun. 2017.

DALLA PRIA, M., AMORIM, L. & BERGAMIN FILHO, A. **Quantificação de componentes monocíclicos da antracnose do feijoeiro.** Fitopatologia Brasileira 28:401-407. 2003.

DE RON, A. P; BEBELI, P. J; NEGRI, V; PATTO, M. C. V; REVILLA, P. **Warm Season Grain Legume Landraces From the South of Europe for Germplasm Conservation and Genetic Improvement.** Frontiers in Plant Science. Volume 9, 2018.

DIAS, F. T. C; BERTINI, C. H. C. M; SILVA, A. P M; CAVALCANTI, J. J. V. **Variabilidade genética de feijão-caupi de porte ereto e ciclo precoce analisada por marcadores RAPD e ISSR.** Revista Ciência Agronômica, v. 46, n. 3, p. 563-572, 2015.

DUANGSONG, U; LAOSATIT, K; SOMTA, P; SRINIVES, P. **Genetics of resistance to Cercospora leaf spot disease caused by *Cercospora canescens* and *Psuedocercospora cruenta* in yardlong bean (*Vigna unguiculata ssp. sesquipedalis*) grain cowpea (*V. unguiculata ssp. unguiculata*) populations.** Journal of Genetics, Vol. 97, No. 5, December 2018, pp. 1451–145.

DUROJAYE, A.H; MOUKOUMBI, Y.D; DANIA, V.O; BOUKAR, O; BANDYOPADHYAY, ORTEGA-BELTRAN, A. **Evaluation of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) landraces to bacterial blight caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. Vignicola.** Elsevier, Volume 116, February 2019, Pages 77-81, 2018.

EGBADZOR, K.F; OFORI, K; YEBOAH, M; ABOAGYE, L.M; OPOKU-AGYEMAN, M.O; DANQUAH, E.Y; OFFEI, S.K. **Diversity in 113 cowpea [*Vigna unguiculata* (L) Walp] accessions assessed with 458 SNP markers.** Springer Plus 3:541, 2014

FALEIRO, F. G. **Marcadores genético-moleculares aplicados a programas de conservação e uso de recursos genéticos.** Planaltina, EMBRAPA, 2007. 102 p.

FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética.** 2 ed. Brasília: Embrapa-Cenargen, 1998.

FERREIRA, E.S; CAPRARO, J; SESSA, F; MAGNI, C; DEMONTE, A; CONSONNI, A; NEVES, V.A; CILLI, E.M; DURANTI, M; SCARAFONI, A. **New molecular features of cowpea bean (*Vigna unguiculata*, l. Walp)  $\beta$ -vignin.** Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 2018.

FREIRE FILHO FILHO, R. F. et al. **Feijão-Caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p.

FREITAS, D. M. T. A; LIMA, B. P; FARIA, J. C; LACORTE, C; RIBEIRO; S. G; MEL, F. L. **Double-Stranded RNA High-Throughput Sequencing Reveals a New Cytorhabdovirus in a Bean Golden Mosaic Virus-Resistant Common Bean Transgenic Line,** 2019.

GALLO, D. (*in memoriam*) et al. **Pragas do caupi**. In: **Manual de Entomologia**. GALLO, D. (*in memoriam*) et al. 2002. p. 524-525.

GONÇALVES, A; GOUFO, P; BARROS, A; DOMÍNGUEZ- PERLES, R; TRINDADE H; ROSA, E. A.S; FERREIRA, L; RODRIGUES, M. **Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp), a renewed multipurpose crop for a more sustainable agri- food system: nutritional advantages and constraints**. Science of Food and Agriculture, 2016.

HALFELD-VIEIRA, B.A. NECHET, K.L., ARAUJO, S.L.F. **Principais Doenças em Cultivos de Pequenas Propriedades do Entorno de Boa Vista**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2010. 31 p

HAMIDOU, F.; ZOMBRE G. & BRACONNIER S. **Physiological and biochemical responses of cowpea genotypes to water stress under glasshouse and field conditions**. Journal of Agronomy and Crop Science, vol. 193, n. 4, p. 229-237, 2007.

HOFFMAN, L. V; BARROSO, P. A.V. **Marcadores moleculares como ferramentas para estudos de genética de plantas**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Campina Grande, 2006.

HOOGERHEIDE, E. S. S.; FARIAS, F. J. C.; VENCOVSKY, R.; FREIRE, E. C. Estabilidade fenotípica de genótipos de algodoeiro no Estado do Mato Grosso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.695-698, 2007.

IGWE, D. O; AFIUKWA, C. A; UBI, B. E; OGBU, K. I; Ojuederie, O. B; UDE, G. N. **Assessment of genetic diversity in *Vigna unguiculata* L. (Walp) accessions using inter-simple sequence repeat (ISSR) and start codon targeted (SCoT) polymorphic markers**. BioMed Central, 2017.

KIMURA, M. AND CROW, J.F. **The Number of Alleles That Can Be Maintained in a Finite Population**. Genetics, 49, 725-738, 1964.

LATTANZIO, V. ARPAIA, S. CARDINALI, A; DI VENERE, D; LINSALATA, V. **Role of Endogenous Flavonoids in Resistance Mechanism of *Vigna* to Aphids**. J. Agric. Food Chem. 2000, 48, 5316–5320.

LAUMANN, R. A.; RIBEIRO, P. H.; RAMOS, N.; PIRES, C. S. S.; SCHMIDT, F. G. V.; BORGES, M.; MORAIS, M. C. B.; SUJII, E. R. **Ritmos diários de atividades comportamentais de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) relacionados à temperatura**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003. 6 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Comunicado Técnico, 90).

LIMA, J. A. A.; SITTO LIN, I. M.; LIMA, R. C. A. **Diagnose e estratégias de controle de doenças ocasionadas por vírus**. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. Feijão-caupi: avanços tecnológicos. 1 ed. Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

LOCATELLI, V. da E. R.; MEDEIROS, R. D. de; SMIDERLE, O. J.; ALBUQUERQUE, J. de A. A. de; ARAÚJO, W. F. **Desenvolvimento vegetativo de cultivares de feijão-caupi**

**sob lâminas de irrigação no cerrado Roraimense.** Irriga, Botucatu, Edição Especial, Grandes Culturas, p. 28-39, 2016.

MARSARO JÚNIOR, A. L.; PEREIRA, P. R. V. da S. **Flutuação populacional de insetos-praga na cultura do feijão-caupi no Estado de Roraima.** Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais, Curitiba, v. 11, p. S13-S18, 2013.

MCDERMOTT, J.; MCDONALD, B. **Gene flow in plant pathosystems.** Annu. Rev. Phytopathol 1993, 31, 353–373.

MELO RA; ALMEIDA CMA; SILVA MV; MELO PCT. 2011. **Caracterização molecular de genótipos de feijão-caupi.** Horticultura Brasileira 29: S84-S91.

KUMAR, S; S. MISHRA, 2013. **Resistência a drogas devido à mutação no UL 97 e alguns outros genes específicos em cepas de citomegalovírus: Uma visão geral.** IOSR J. Pharm. Biol. Sci. 8: 111-112.

MONTALVÁN, R; MAIA, J. P; MACIEL, S. V. P. A; RAMOS, S. R. R.; FREIRE FILHO, F. R. **Base genética das cultivares brasileiras de feijão-caupi.** Embrapa Meio-Norte, 2015.

MOULIN, M. M.; RODRIGUES, R.; GONÇALVES, L. S. A.; SUDRÉ, C. P.; GONZAGA, M. P. **A comparison of RAPD and ISSR markers reveals genetic diversity among sweet potato landraces (*Ipomoea batatas* (L.) Lam).** Acta Scientiarum, v. 34, n. 2, p. 139-147, 2012

NEI, M. **Analysis of gene diversity in subdivided populations.** Proceedings of the National Academy of Science of United States of America, v.70, p.3321-3323, 1973.

NEI, M. **Molecular Evolutionary Genetics.** Columbia University Press, New York, 1987.

OLIVEIRA, F. J. DE; ANUNCIACÃO FILHO, C. J. DA; BASTOS, G. Q.; REIS, O. V. DOS. **Divergência genética entre cultivares de caupi.** Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, DF, v. 38, n. 5, p. 605-611, maio. 2002.

PASQUET, R. S. **Estudo morfológico do feijão-caupi cultivado *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Importância do número de óvulos e definição de cv gr Melanophthalmus.** Agronomie, Elsevier, Paris, 1998.

PAULINO, J. S; GOMES, R.A. **Sementes da Paixão: agroecologia e resgate da tradição.** Piracicaba-SP, Vol. 53, Nº 03, p. 517-528, Jul/Set 2015 – Impressa em Novembro de 2015

PIMENTEL GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental.** São Paulo: Nobel, 2000. 466p.

**PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA** - Casa Civil: Subchefia para Assuntos Jurídicos. Sistema Nacional de Sementes e Mudas. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/L10.711.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.711.htm). Acesso em 21 de fevereiro de 2016.

PIO-RIBEIRO, G.; ASSIS FILHO; ANDRADE, G.P. Doenças do caupi. In. KIMATI, H. et al. **Manual de Fitopatologia**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. 2v. p.215-222.

QUINTELA, E. D; SARTORATO, A; LOBO JÚNIOR, M; COBUCCI, T. **Manejo Fitossanitário do Feijoeiro**. Circular técnica, 73, Góias, 2005.

RAGGI, L., TIRANTI, B., AND NEGRI, V. **Italian common bean landraces: diversity and population structure**. *Genet. Resour. Crop Evol.* 60, 1515–1530, 2013.

RAMALHO, A. P. R.; SANTOS, J. B.; ABREU, A. F. B.; NUNES, J. A. R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. 1 ed. Lavras: Ed. UFLA, 2012.

REIS, LIGIA S; DE AZEVEDO, CARLOS A. V.; ALBUQUERQUE, ABEL W.; JUNIOR, JOSUÉ F. S. **Índice de área foliar e produtividade do tomate sob condições de ambiente protegido**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 4, p. 386-391, 2013

RODRIGUES, A.A.C.; BEZERRA NETO, E. & COELHO, R.S.B. **Indução de resistência a *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* em caupi: eficiência de indutores abióticos e atividade enzimática elicitada**. *Fitopatologia Brasileira* 31:492-499. 2006.

ROSSETTO, C.J. & MIRANDA, M.A.C. de. **Resistência de soja a insetos. III. Seleção de linhagens resistentes a percevejos**. *Bragantia*, Campinas, 44(1):77-86, 1985.

SANTOS, A. DA. S. DOS; SILVA, E. D. DA; TAVARES, E. D; CURADO, F. F; SALES, J. F. S. DE; PEREIRA, L. **Desempenho de Variedades Crioulas e Comerciais de Feijão-Macassar ou Feijão-caupi no Agreste Paraibano**. Comunicado técnico, ISSN 1678-1937, 2016.

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

SANTOS, A; C; FERREIRA, F. D. **Definição do tamanho amostral usando simulação monte carlo para o teste de normalidade baseado em assimetria e curtose**. i. abordagem univariada. *Ciênc. agrotec.*, Lavras. V.27, n.2, p.432-437, mar./abr., 2003.

SANTOS, A. A; F, F.R.F; CARDOSO, N. J. **Ocorrência de viroses em feijão macassar *Vigna unguiculata* (L.) walp.) no estado do Piauí**. EMBRAPA/UEPAE de Teresina, 1982.

SANTANA CVS; ANGELOTTI F; NASCIMENTO LC; PINHEIRO GS; RODRIGUES DR; FERNANDES HA; COSTA ND; PEIXOTO AR. 2012. **Severidade do oídio em feijão-caupi sob diferentes temperaturas**. *Horticultura Brasileira* 30: S1931-S1936.

SANTANA JGS, NASCIMENTO ALS, COSTA TS, ALMEIDA TMB DE, RABBANI ARC E SILVA AVC (2016). **Estimation of genetic diversity in a natural population of cambui tree (*Myrciaria tenella* O. Berg) using ISSR markers**. *Genetics and Molecular Research* 15 (4): gmr.15048819.

SANTOS, A. da. S. dos; SILVA, E. D. da; TAVARES, E. D; CURADO, F. F; SALES, J. F. S. de; PEREIRA, L. **Desempenho de Variedades Crioulas e Comerciais de Feijão-Macassar ou Feijão-caupi no Agreste Paraibano.** Comunicado técnico, ISSN 1678-1937, 2016.

SILVA, R.G.G; VASCONCELOS, I.M; MARTINS, T.F; VARELA, A.L.N; SOUZA, P.F.N; LOBO, A.K.M; SILVA, F.D.A; SILVEIRA, J.A.G; OLIVEIRA, J.T.A. **Drought increases cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) susceptibility to cowpea severe mosaic virus (CPSMV) at early stage of infection,** Plant Physiology et Biochemistry, 2016.

SILVA, P. H. S. Pragas da cultura do feijão-caupi. In. BATOS, E.A. **A cultura do feijão-caupi no Brasil.** Teresina-PI. Embrapa Meio-Norte. p.13-40, 2016.

SILVA, A.C; MORAIS, O.M; SANTOS, J.L; D'AREDE L.O; SILVA, C.J; ROCHA M. **Estimativa de parâmetros genéticos em *Vigna unguiculata*.** Soc Ciências Agrárias Port 37:399-407, 2014.

SINGH, V; MISRA, A.K. **Detection of plant leaf diseases using image segmentation and soft computing.** Techniques, Information Processing in Agriculture, 2016.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. **An analysis of variance test for normality (complete sample).** Biometrika, Great Britain, v. 52, n. 3, p. 591-611, 1965.

SOBRINHO, C. A. **Árvore do conhecimento: feijão caupi.** Agência Embrapa de Tecnologia-Ageitec, 2017.

SOLÉ-CAVA, A. M. **Biodiversidade molecular e genética da conservação.** In: MATIOLI, S. R. (Ed.). Biologia molecular e evolução. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2001.

SOUZA TLPO et al. (2008) Pathosystem common bean - *Uromyces appendiculatus*: Host resistance, pathogen specialization, and breeding for rust resistance. Pest Technology 2: 56-69

STOUT, M. J. **Host-plant resistance in pest management.** louisiana state university, la, USA. Elsevier Inc. All rights reserved, 2014.

THURMAN, P.W. **Estatística Fundamentos.** Conhecimento real para o mundo real. Saraiva, 2012.

TOEBE, M; Cargnelutti Filho, A; Loose, L. H; Heldwein, A. B; Zanon, A. J. **Leaf area of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) according to leaf dimensions.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2491-2500, 2012.

TORRES, E. B; NÓBREGA, R. S. A; FERNANDES-JÚNIOR, P. I; SILVA, L. B; CARVALHO, G. dos S; MARINHO, R. de C. N; E PAVAN, B. **The damage caused by *Callosobruchus maculatus* on cowpea grains is dependent on the plant genotype.** Research Article. Society of Chemical Industry, 2016.

VIANA, P. A. **Manejo de *Diabrotica speciosa* na cultura do milho**. Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2010.

YEH, FC, YANG, RC E BOYLE, T. **POPGENE Versão 1.32: Freeware baseado em Windows Microsoft para Análise Genética Populacional**. Universidade de Alberta, Edmonton, 1999.

ZAWADNEAK, M. A. C; SCHUBER, J. M; MEDEIROS, C; DA SILVA, R. A. **Olericultura: pragas e inimigos naturais**. Curitiba: SENAR – PR, 2015. – 70p.

ZHANG, Y; LUBBERSTEDT, T; MINGLIANG XU. **The genetic and molecular basis of plant resistance to pathogens**. SciVerse Science Direct. Journal of Genetics and Genomics 23-35, 2013.

## APÊNDICES



**Apêndice A.** a) Ensaio de avaliação de genótipos no campo experimental do Campus II da UEPB em Lagoa Seca e b) Ensaio de avaliação de genótipos no campo experimental da ASPTA Assessoria de Assistência Técnica em Agricultura Alternativa, Esperança/PB. Campina Grande, PB, 2019.



**Apêndice B.** Detalhe da avaliação participativa das famílias agricultoras na ASPTA em Esperança, PB. Campina Grande, PB, 2019.

**Apêndice C.** Resumo das análises de variância para a leitura 1 (cinco dias) e leitura 2 (oito dias), obtido dos nove genótipos de feijão-caupi concernentes ao teste de germinação.

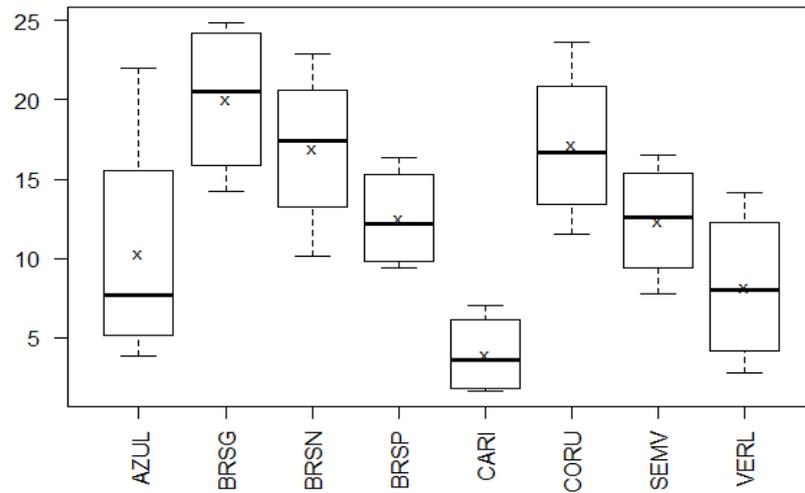
Fator variação	GL	Quadrados médios			
		Leitura 1		Leitura 2	
		F	Pr (>F)	F	Pr (>F)
Tratamentos	7	95,63	0,0000***	7,92	0,0001***
Repetições	3	0,58	0,6368	0,86	0,4791
Resíduos		21			
CV (%)		28,55%		6,77%	
Média geral		29,19		89,53	
Variância		1550,67		93,61	
Erro padrão		6,96		1,71	
Desvio padrão		39,38		6,68	
Cs		0,80		-1,38	
Ck		1,93		4,29	

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ) pelo Teste F. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $P < 0,01$ ) pelo Teste F. \*\*\*Altamente significativo ao nível de probabilidade ( $p < 0,001$ ); ns- Não significativo; G.L. – Graus de liberdade; C.V. - coeficiente de variação; Cs - coeficiente de assimetria; Ck - coeficiente de curtose.

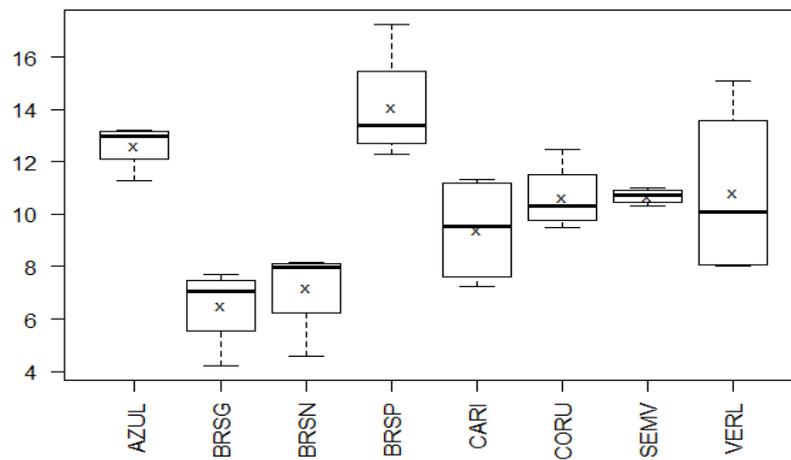
**Apêndice D.** Resumo da análise de variância para os descritores número de vagens (NV); comprimento da vagem (CV); largura da vagem (LV); número de sementes (NSPV); massa de sementes por planta (MSP) e produtividade em grãos (PROD), obtidos dos oito genótipos de feijão-caupi concernentes campo experimental do Campus II em Lagoa Seca-PB. Campina Grande, PB, 2019.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios											
		NV (n°)		CV (cm)		LV (mm)		NSPV (n°)		MSP (g)		PROD (g/planta)	
		F	Pr (>F)	F	Pr (>F)	F	Pr (>F)	F	Pr (>F)	F	Pr (>F)	F	Pr (>F)
Blocos	3	1,92	0,15815 <sup>ns</sup>	1,88	0,1646 <sup>ns</sup>	1,12	0,365 <sup>ns</sup>	0,24	0,866766 <sup>ns</sup>	0,43	0,7367 <sup>ns</sup>	0,35	0,7133 <sup>ns</sup>
Tratamentos	7	4,88	0,0022**	2,52	0,05*	0,67	0,69 <sup>ns</sup>	6,47	0,000384***	2,56	0,0111*	4,63	0,0072**
Resíduos	21												
CV (%)		37,51%		16,25%		83,77%		19,51%		43,99%		32,51%	
Média geral		12,69		17,03		11,19		10,25		958,47		34182,49	
Erro padrão		1,18		0,58		1,60		0,52		92,01		3245,94	
Variância		44,51		10,94		82,29		8,64		270880,37		252867687,73	
Desvio padrão		6,67		3,31		9,07		2,94		520,46		15901,81	
Cs		0,13		-0,30		4,3		0,06		0,36		0,19	
Ck		-1,04		1,05		20,24		-0,37		-0,71		2,22	
Shapiro- Wilk(Pr<W)		0,95 (0,1869)		0,96 (0,3711)		0,75 (4,823)		0,97 (0,5067)		0,98 (0,7912)		0,98 (0,9399)	

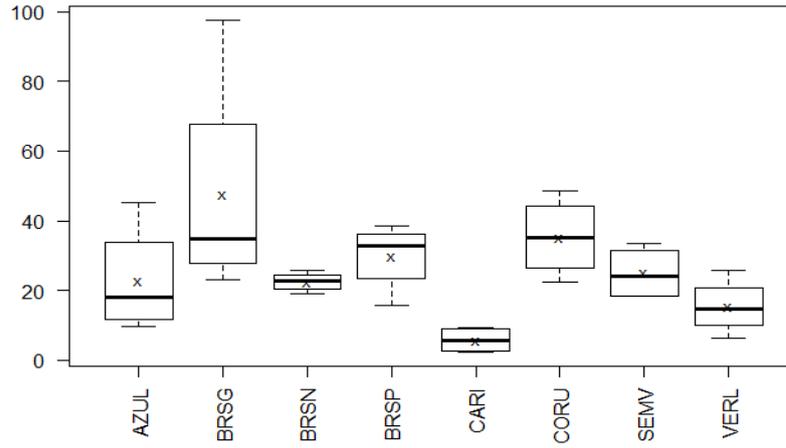
\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ) pelo Teste F. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $P < 0,01$ ) pelo Teste F. \*\*\*Altamente significativo ao nível de probabilidade ( $p < 0,001$ ); ns- Não significativo; G.L. - Graus de liberdade; C.V. - coeficiente de variação experimental; Cs - coeficiente de assimetria; Ck - coeficiente de curtose.



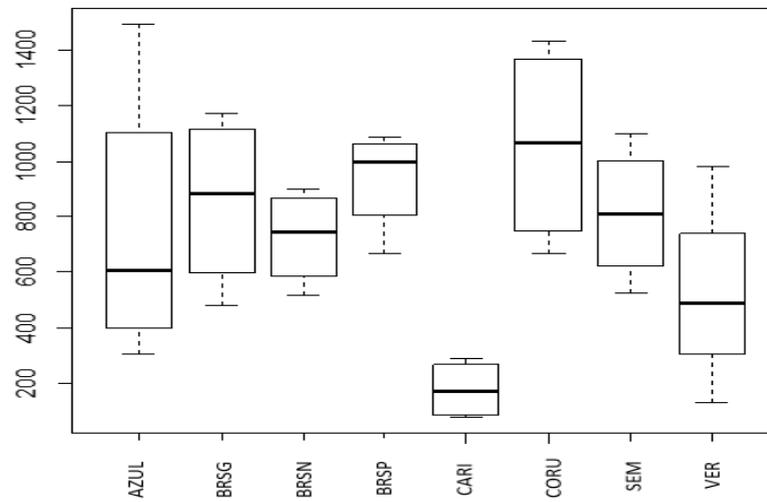
**Apêndice E.** Gráfico Box plot obtido pelo número de vagens (NV) dos genótipos de feijão-caupi no Campus II de Lagoa Seca, PB. Campina Grande, PB, 2019.



**Apêndice F.** Gráfico Box plot obtido pelo número de sementes por vagem (NSPV) dos genótipos de feijão-caupi no Campus II de Lagoa Seca PB. Campina Grande, PB, 2019.



**Apêndice G.** Gráfico Box plot obtido pela massa de sementes por planta (MSP) dos genótipos de feijão-caupi no Campus II de Lagoa Seca, PB. Campina Grande, PB, 2019.

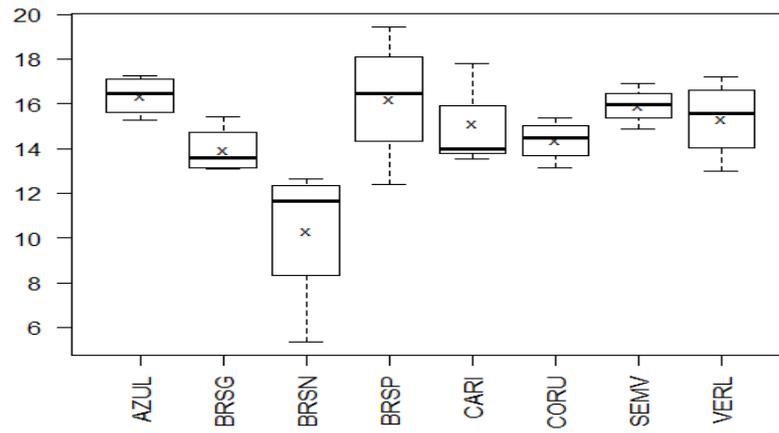


**Apêndice H.** Gráfico Box plot obtido pela produtividade em grãos (PROD) dos genótipos de feijão-caupi no Campus II de Lagoa Seca, PB. Campina Grande, PB, 2019.

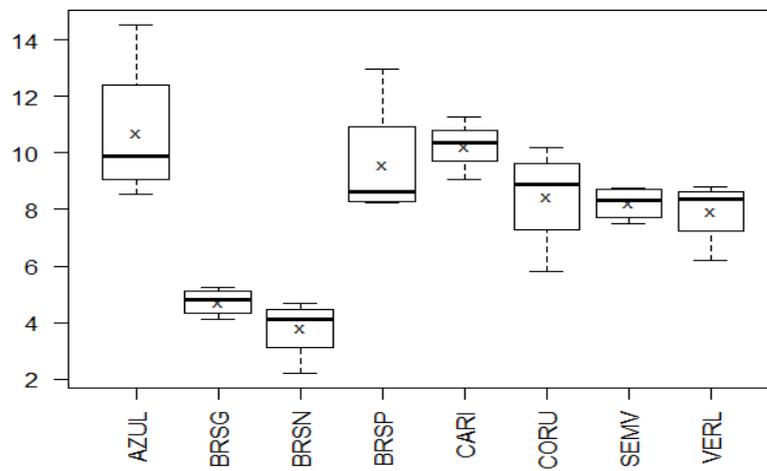
**Apêndice I.** Resumo da análise de variância para os descritores número de vagem por planta (NV); comprimento da vagem por planta (CV) largura da vagem por planta (LV); número de sementes por planta (NS); massa de sementes por planta (MSP); produtividade em grãos (PROD), obtidos dos oito genótipos de feijão-caupi concernente ao campo experimental na ASPTA em Esperança, PB. Campina Grande, PB, 2019.

Fontes de variação	GL		Quadrados médios										
	NV (n°)		CV (cm)		LV (mm)		NSPV (n°)		MSP (g)		PROD (g/planta)		
	F	Pr (>F)	F	Pr (>F)	F	Pr (>F)	F	Pr (>F)	F	Pr (>F)	F	Pr (>F)	
Blocos	3	0,67	0,5783 <sup>ns</sup>	4,14	0,01949*	3,29	0,0415*	1,82	0,176 <sup>ns</sup>	1,63	0,2212 <sup>ns</sup>	1,47	0,2624 <sup>ns</sup>
Tratamentos	7	2,40	0,0586 <sup>ns</sup>	5,44	0,00131**	2,73	0,0709 <sup>ns</sup>	10,70	1,44e-05***	1,91	0,1119 <sup>ns</sup>	1,97	0,1337 <sup>ns</sup>
Resíduos	21												
CV (%)	23,05%		23,05%		83,05%		19,51%		50,44%		39,25%		
Média geral	6,80		14,67		9,28		7,88		347,75		12633,16		
Erro padrão	0,52		0,46		0,27		0,49		34,90		1169,43		
Variância	8,44		6,59		2,19		7,57		38973,86		32821748,60		
Desvio padrão	2,91		2,57		1,48		2,75		197,42		5729,03		
Cs	0,42		-1,32		-0,81		0,08		0,30		0,24		
Ck	-0,07		3,40		2,09		-0,26		-0,81		2,26		
Shapiro- Wilk(Pr<W)	0,96 (0,2742)		0,98(0,7055)		0,96(0,3565)		0,95(0,2092)		0,95 (0,1137)		0,97 (0,6492)		

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ) pelo Teste F. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $P < 0,01$ ) pelo Teste F. \*\*\*Altamente significativo ao nível de probabilidade ( $p < 0,001$ ); ns-Não significativo; G.L. – Graus de liberdade; C.V. - coeficiente de variação; Cs - coeficiente de assimetria; Ck - coeficiente de curtose.



**Apêndice J.** Gráfico Box plot obtido pelo comprimento da vagem (CV) dos genótipos de feijão-caupi na ASPTA em Esperança, PB. Campina Grande, PB, 2019.



**Apêndice K.** Gráfico Box plot obtido pelo número de sementes por vagem (NSPV) dos genótipos de feijão-caupi na ASPTA em Esperança, PB. Campina Grande, PB, 2019.

**Apêndice L.** Resumo análise de variância para os descritores de avaliações de crescimento altura da planta (AP cm), largura da planta (LP mm), número de nós do caule principal (NNCP n°), diâmetro do caule (DC mm) e área foliar (AFO mm) obtido dos oito genótipos de feijão-caupi concernentes ao Campus II em Lagoa Seca-PB. Campina Grande, PB, 2019.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios									
		AP		LP		NNCP		DC		AFO	
		Fc	Pr (>F)	Fc	Pr (>F)	Fc	Pr(>F)	Fc	Pr (>F)	Fc	Pr (>F)
Blocos	3	1,14	0,3549 <sup>ns</sup>	4,65	0,01205 *	12,03	8,5e-05 ***	7,31	0,001542 **	2,44	0,093167 <sup>ns</sup>
Tratamentos	7	1,61	0,1862 <sup>ns</sup>	2,52	0,04772 *	5,28	0,001364 **	1,22	0,334129 <sup>ns</sup>	4,84	0,002245 **
Leitura	3	38,12	<2e-16 ***	140,24	< 2e-16 ***	232,48	<2.2e-16 ***	140,23	<2.2e-16 ***	21,72	< 2.2e-16 ***
Variedade e leitura	21	1,09	0,3820 <sup>ns</sup>	1,05	0,42370 <sup>ns</sup>	1,16	0,315239 <sup>ns</sup>	1,08	0,385553 <sup>ns</sup>	1,08	0,385808 <sup>ns</sup>
Erro a	21										
Erro b	72										
Total	127										
C.V Tratamento		23,54%		21,37%		14,89%		19,87%		19,87%	
C.V Leitura		21,27%		16,54%		6,65%		15,22%		15,22%	

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ) pelo Teste F. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $P < 0,01$ ) pelo teste F. \*\*\*Altamente significativo ao nível de probabilidade ( $p < 0,001$ ); ns- Não significativo; G.L. – Graus de liberdade; C.V. - coeficiente de variação

**Apêndice M.** Modelo linear do ajuste de modelos polinomiais de regressão do fator leitura para altura da planta (AP), largura da planta (LP), número de nós do caule principal (NNCP), diâmetro do caule (DC) e área foliar (AFO), obtido dos oito genótipos de feijão-caupi, concernente ao Campus II em Lagoa Seca-PB. Campina Grande, PB, 2019.

<b>Fator Leitura</b>	<b>AP</b>	<b>LP</b>	<b>NNCP</b>	<b>DC</b>	<b>AFO</b>
Estimativa $\beta_0$	14,6798	14,9364	4,3464	6,6369	49,4455
Estimativa $\beta_1$	4,4970	11,0599	2,2577	0,9421	6,3162
Erro padrão $\beta_0$	1,1940	1,5250	0,2401	0,1294	2,1503
Erro padrão $\beta_1$	0,4360	0,5568	0,0877	0,0473	0,7852
tc $\beta_0$	12,2947	9,7944	18,1037	51,2763	22,9946
tc $\beta_1$	10,3146	19,8616	25,7535	19,9332	8,0443
Valor. p $\beta_0$	0	0	0	0	0
Valor.p $\beta_1$	0	0	0	0	0
$R^2$	0,930372	0,937622	0,950988	0,944495	0,993142

Estimativas, erros padrões, valor do teste t, nível de significância (valor.p) para os parâmetros dos modelos das curvas polinomiais para altura da planta (AP), largura da planta (LP), número de nós do caule principal (NNCP), diâmetro do caule (DC) e área foliar (AFO) durante quatro leituras.

**Apêndice N.** Resumo análise de variância para os descritores de avaliações de crescimento altura da planta (AP cm), largura da planta (LP mm), número de nós do caule principal (NNCP nº), diâmetro do caule (DC mm) e área foliar (AFO mm) obtido dos oito genótipos de feijão-caupi concernentes ao campo experimental na ASPTA em Esperança, PB. Campina Grande, PB, 2019.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios									
		AP		LP		NNCP		DC		AFO	
		Fc	Pr (>F)	Fc	Pr (>F)	Fc	Pr(>F)	Fc	Pr (>F)	Fc	Pr (>F)
Blocos	3	0,14	0,936235 <sup>ns</sup>	1,36	0,2836 <sup>ns</sup>	10,01	0,000268***	4,93	0,009527**	6,04	0,003927**
Tratamentos	7	3,83	0,007806**	1,31	0,2946 <sup>ns</sup>	3,22	0,017578*	0,56	0,782840 <sup>ns</sup>	3,28	0,016211*
Leitura	3	17,64	<2.2e-16***	37,17	<2e-16***	78,29	<2.2e-16***	22,06	<2.2e-16***	40,16	<2.2e-16***
Variedade e leitura	21	1,29	0,208610 <sup>ns</sup>	1,42	0,1390 <sup>ns</sup>	1,41	0,145480 <sup>ns</sup>	0,43	0,982831 <sup>ns</sup>	1,89	0,024632 *
Erro a	21										
Erro b	72										
Total	127										
C.V Tratamento		33,77%		33,98%		31,34%		24, 92%		14,51%	
C.V Leitura		19,04%		13,15%		12,83		14,63%		7,43%	

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ) pelo Teste F. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $P < 0,01$ ) pelo Teste F. \*\*\*Altamente significativo ao nível de probabilidade ( $p < 0,001$ ); ns- Não significativo; G.L. – Graus de liberdade; C.V. - coeficiente de variação.

**Apêndice O.** Modelo linear do ajuste de modelos polinomiais de regressão do fator leitura para altura da planta (AP), largura da planta (LP), número de nós do caule principal (NNCP) e diâmetro do caule (DC), obtido dos oito genótipos de feijão-caupi, concernente ao campo experimental na ASPTA em Esperança-PB. Campina Grande, PB, 2019.

<b>Fator Leitura</b>	<b>AP</b>	<b>LP</b>	<b>NNCP</b>	<b>DC</b>
Estimativa $\beta_0$	20,4819	28,6050	7,0105	5,1075
Estimativa $\beta_1$	3,0257	4,2618	1,6344	0,5083
Erro padrão $\beta_0$	1,1561	1,1180	0,3082	0,2020
Erro padrão $\beta_1$	0,4221	0,4083	0,1126	0,0738
tc $\beta_0$	17,7169	25,5846	22,7452	25,2860
tc $\beta_1$	7,1677	10,4389	14,5225	6,8922
Valor. p $\beta_0$	0	0	0	0
Valor.p $\beta_1$	0	0	0	0
$R^2$	0,970681	0,977339	0,897978	0,717922

Estimativas, erros padrões, valor do teste t, nível de significância (valor.p) para os parâmetros dos modelos das curvas polinomiais para altura da planta (AP), largura da planta (LP), número de nós do caule principal (NNCP), diâmetro do caule (DC) e área foliar (AFO) durante quatro leituras.

**Apêndice P.** Resultado do desdobramento de tratamentos dentro de cada nível de leitura para o descritor área foliar (AFO), obtido dos oito genótipos de feijão-caupi concernentes ao campo experimental na ASPTA em Esperança, PB. Campina Grande, PB.

	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>Fc</b>	<b>valor.p</b>
Tratamento x Leitura 1	7,00000	334,6988	47,81412	1,832727	0,09858
Tratamento x Leitura 2	7,00000	338,0933	48,29904	1,851314	0,095068
Tratamento x Leitura 3	7,00000	299,9644	42,85206	1,64253	0,14223
Tratamento x Leitura 4	7,00000	976,5710	139,51014	5,347458	9,7e-05
Erro combinado	56,76487	1480,9420	26,08906		

**Apêndice Q.** Resultado do desdobramento de leitura dentro de cada tratamento para o descritor área foliar (AFO), obtido dos oito genótipos de feijão-caupi concernente ao campo experimental na ASPTA em Esperança, PB. Campina Grande, PB.

	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>Fc</b>	<b>valor.p</b>
<b>Leitura x Sempre Verde</b>	3	103,69147	34,563823	2,257539	0,08899
<b>Leitura x Azul</b>	3	527,39477	175,798256	11,482278	3e-06
<b>Leitura x Corujinha</b>	3	272,10127	90,700423	5,924106	0,001138
<b>Leitura x Verde Ligeiro</b>	3	352,55062	117,516873	7,675624	0,000161
<b>Leitura x Cariri</b>	3	615,27860	205,092867	13,395658	0
<b>Leitura x BRS-Novaera</b>	3	14,13862	4,712875	0,307822	0,819651
<b>Leitura x BRS-Pajeú</b>	3	526,71907	175,573023	11,467567	3e-06
<b>Leitura x BRS-Guariba</b>	3	40,29722	13,432406	0,877339	0,456991
<b>Erro <math>\beta</math></b>	72	1102.34876	15,310399		

**Apêndice U.** Modelo linear do ajuste de modelos polinomiais de regressão do fator leitura para área foliar, obtido do resultado do desdobrando leitura dentro de cada nível de tratamento dos genótipos de feijão-caupi BRS-Pajeú, Azul, Cariri, Verde ligeiro e Corujinha, concernentes campo experimental na ASPTA em Esperança-PB. Campina Grande, PB, 2019.

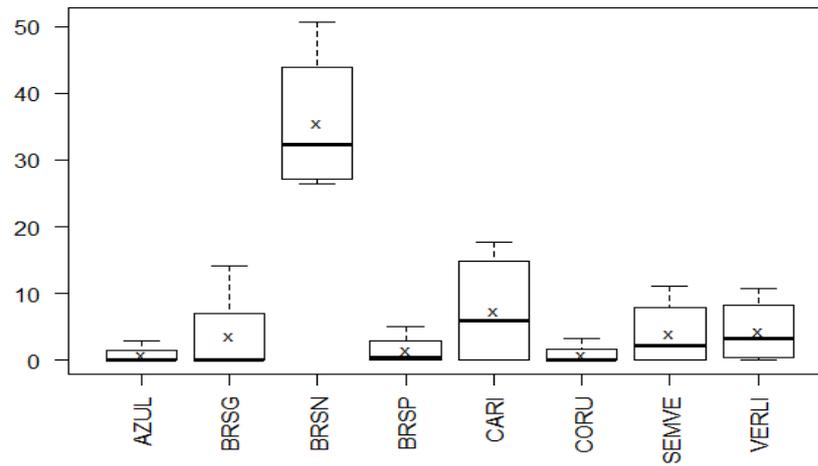
Leitura x Tratamento	GENÓTIPOS				
	BRS-Pajeú	Azul	Cariri	Verde Ligeiro	Corujinha
Estimativa $\beta_0$	40,7713	43,8375	40,9375	41,1213	43,3912
Estimativa $\beta_1$	5,0213	4,7203	5,4050	4,1143	3,3853
Erro padrão $\beta_0$	2,3961	2,3961	2,3961	2,3961	2,3961
Erro padrão $\beta_1$	0,8749	0,8749	0,8749	0,8749	0,8749
tc $\beta_0$	17,0155	18,2952	17,0849	17,1616	18,1090
tc $\beta_1$	5,7390	5,3949	6,1776	4,7023	3,8691
Valor. p $\beta_0$	0	0	0	0	0
Valor.p $\beta_1$	0	0	0	0,00001	0,0002
$R^2$	0,957359	0,844937	0,949619	0,960262	0,842327

Estimativas, erros padrões, valor do teste t, nível de significância (valor.p) para os parâmetros dos modelos das curvas polinomiais para altura da planta (AP), largura da planta (LP), número de nós do caule principal (NNCP), diâmetro do caule (DC) e área foliar (AFO) durante quatro leituras.

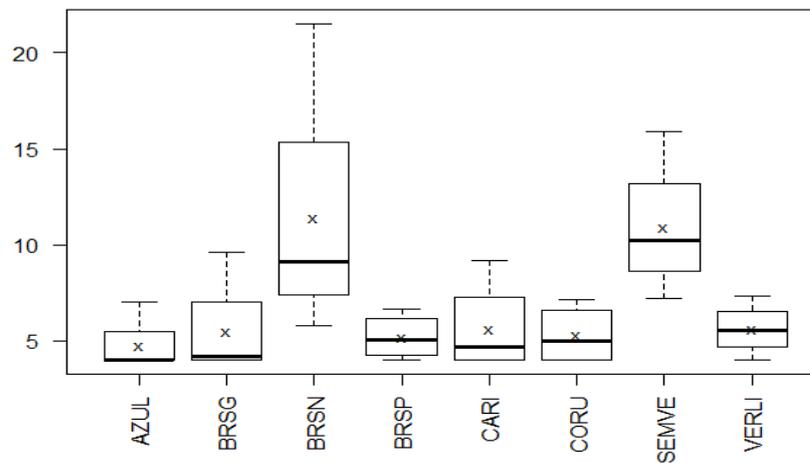
**Apêndice V.** Resumo da análise de variância para os descritores de vaquinhas (*Diabrotica speciosa*, *Cerotoma arcuata*); ferrugem (*Uromyces sp.*), oídio (*Oidium sp.*); cercosporiose (*Cercospora sp.*); e antracnose (*Colletotrichum sp.*), obtido dos oito genótipos de feijão-caupi concernentes ao campo experimental do Campus II em Lagoa Seca-PB. Campina Grande, PB, 2019.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios									
		Vaquinha		Ferrugem		Oídio		Cercosporiose		Antracnose	
		F	Pr (>F)	F	Pr (>F)	F	Pr (>F)	F	Pr (>F)	F	Pr (>F)
Blocos	3	4,23	0,0173*	2,39	0,0968 <sup>ns</sup>	1,21	0,328 <sup>ns</sup>	1,15	0,3519 <sup>ns</sup>	2,81	0,064 <sup>ns</sup>
Tratamentos	7	0,92	0,510 <sup>ns</sup>	2,18	0,0779 <sup>ns</sup>	14,09	1,18e-06***	2,88	0,0283*	1,29	0,302 <sup>ns</sup>
Resíduos	21										
CV (%)		43,46%		24,25%		86,24%		46,94%		95,18%	
Média geral		3,60		5,63		7,19		6,79		0,40	
Mediana		3,03		5,51		0,38		5,71		0,22	
Erro padrão		0,33		0,29		2,19		0,68		0,08	
Variância		3,54		2,62		152,92		14,61		0,18	
Desvio padrão		1,88		1,62		12,37		3,82		0,43	
Cs		0,63		0,34		1,98		2,14		1,88	
Ck		-0,76		1,25		3,36		5,07		2,41	
Shapiro-Wilk (Pr<W)		0,95 (0,1677)		0,93(0,05818)		0,93(0,05267)		0,93(0,04518)		0,97 (0,6978)	

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ) pelo Teste de F. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $P < 0,01$ ) pelo Teste F \*\*\*Altamente significativo ao nível de probabilidade ( $p < 0,001$ ); ns- não significativo; G.L. – Graus de liberdade; C.V. - coeficiente de variação; Cs - coeficiente de assimetria; Ck - coeficiente de curtose;



**Apêndice W.** Gráfico Box plot, obtido pela média das três avaliações de suscetibilidade à oídio (*Oidium sp.*), nos oito genótipos de feijão-caupi, no Campus II em Lagoa Seca, PB. Campina Grande, PB, 2019.

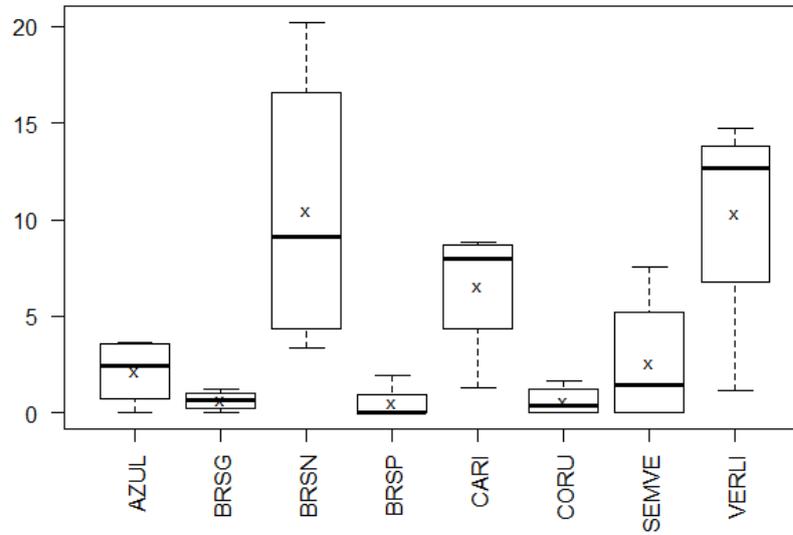


**Apêndice X.** Gráfico Box plot, obtido pela média das três avaliações de suscetibilidade à cercosporiose (*Pseudocercospora sp.*), nos oito genótipos de feijão-caupi, no Campus II em Lagoa Seca, PB. Campina Grande, PB, 2019.

**Apêndice Y.** Resumo da análise de variância para os descritores de vaquinhas (*Diabrotica speciosa*, *Cerotoma arcuata*); cercosporiose (*Cercospora* sp.); ferrugem (*Uromyces* sp), oídio (*Oidium* sp.) e antracnose (*Colletotrichum* sp), obtido dos oito genótipos de feijão-caupi concernente ao campo experimental da ASPTA em Esperança-PB. Campina Grande, PB, 2019.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios										*Significativo ao nível de probabilidade (p < 0,05) pelo Teste F. **Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01) pelo Teste F.
		Vaquinha		Ferrugem		Oídio		Cercosporiose		Antracnose		
		F	Pr (>F)	F	Pr (>F)	F	Pr (>F)	F	Pr (>F)	F	Pr (>F)	
Blocos	3	19,13	3,23e-06***	9,06	0,000481***	0,72	0,55112 <sup>ns</sup>	1,88	0,163 <sup>ns</sup>	0,18	0,907 <sup>ns</sup>	
Tratamentos	7	0,89	0,535 <sup>ns</sup>	0,86	0,550067 <sup>ns</sup>	4,43	0,00367**	0,68	0,688 <sup>ns</sup>	0,80	0,594 <sup>ns</sup>	
Resíduos	21											
CV (%)		36,40%%		47,90%		96,41%		55,06%		67,77%		
Média geral		3,90		7,66		4,22		3,13%		0,25		
Mediana		3,56		5,89		1,56		3,06		0,15		
Erro padrão		0,42		0,86		0,95		0,31		0,03		
Variância		5,51		23,57		28,89		3,01		0,03		
Desvio padrão		2,35		4,86		5,37		1,74		0,16		
Cs		0,38		1,73		1,30		0,51		2,23		
Ck		-1,29		2,85		0,70		-0,50		5,98		
Shapiro-Wilk (Pr<W)		0,96 (0,3058)		0,89 (0,054311)		0,97 (0,5057)		0,99 (0,9558)		0,95 (0,154)		

de 1% de probabilidade (p < 0,01) pelo Teste F. \*\*\*Altamente significativo ao nível de probabilidade (p < 0,001); ns- não significativo; G.L. – grau de liberdade; C.V. - coeficiente de variação; Cs - coeficiente de assimetria; Ck - coeficiente de curtose.

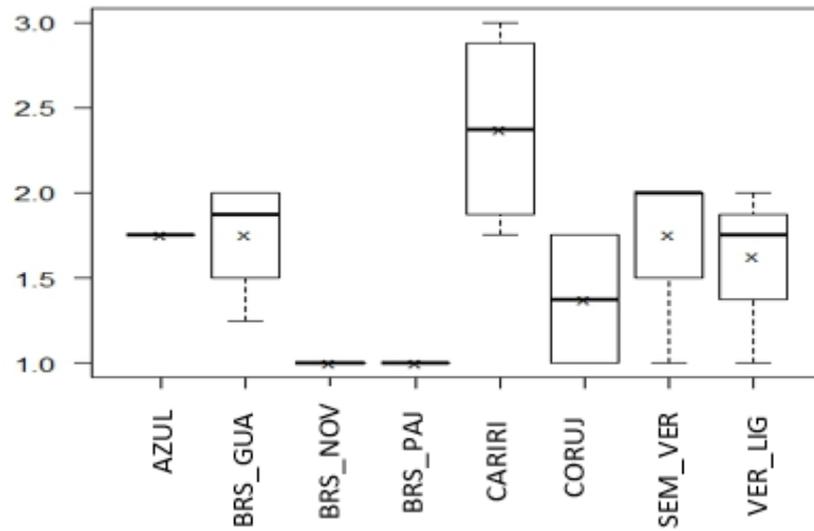


**Apêndice Z.** Gráfico Box plot, obtido pela média das três avaliações de suscetibilidade à oídio (*Oidium sp.*), nos oito genótipos de feijão-caupi, no Campus II em Lagoa Seca, PB. Campina Grande, PB, 2019.

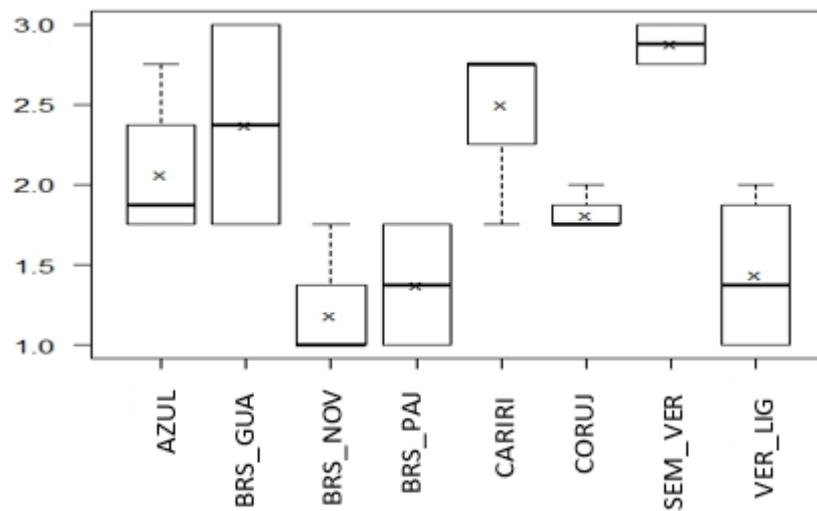
**Apêndice AA.** Resultado da análise de variância, obtida da avaliação participativa realizada pelas famílias agricultoras: Hábito de crescimento (HC2): Moita, Meira rama, Rama; Altura das plantas (AP2), Número de vagens por planta (NV2), Tamanho das vagens (TV), Resistência a pragas e doenças (RPD) e Resistência a seca (RS).

Fontes de variação	GL	Quadrados médios											
		HC2		AP2		NV2		TV		RPD		RS	
		F	Pr (>F)	F	Pr (>F)	F	Pr (>F)	F	Pr (>F)	F	Pr (>F)	F	Pr (>F)
Blocos	3	1,27	0,311155 <sup>ns</sup>	2,95	0,0562 <sup>ns</sup>	2,24	0,1136 <sup>ns</sup>	2,60	0,0789 <sup>ns</sup>	5,97	0,00417**	1,07	0,38 <sup>ns</sup>
Tratamentos	7	6,14	0,000538***	8,90	4,25e-05***	2,74	0,0346*	5,08	0,0017**	3,92	0,00696**	2,55	0,0554 <sup>ns</sup>
Resíduos	21												
CV (%)		23,16%		20,69%		19,76%		22,24%		18,66%		29,84%	
Média geral		1,58		1,95		1,94		1,87		2,22		2,37	
Erro padrão		0,10		0,12		0,08		0,11		0,11		0,15	
Variância		0,29		0,49		0,22		0,35		0,37		0,68	
Desvio padrão		0,54		0,70		0,47		0,60		0,61		0,82	
Cs		0,54		0,14		0,63		0,40		-0,41		-0,17	
Ck		-0,23		-1,27		0,19		0,55		-0,87		-0,71	
Shapiro-Wilk (Pr<W)		0,96 (0,2548)		0,99 (0,0991)		0,98(0,8735)		0,97(0,6308)		0,76(0,0000082)		0,97(0,6177)	

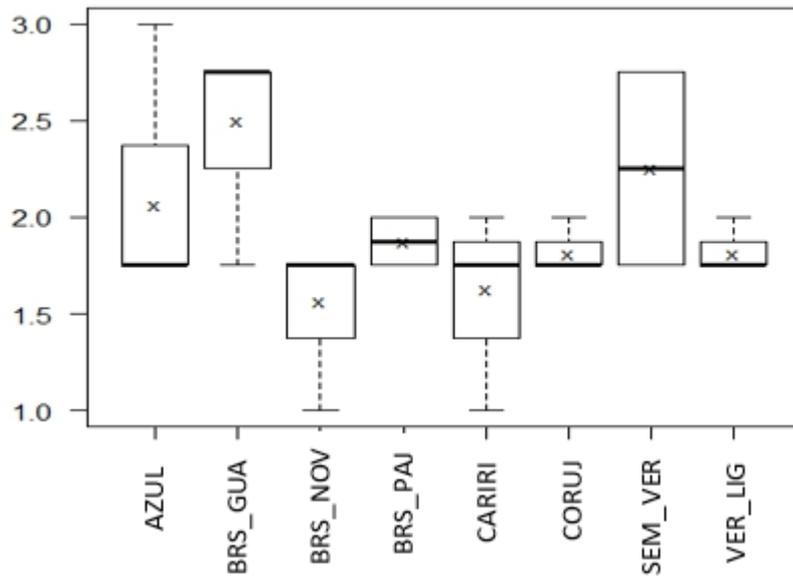
\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) pelo Teste F. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ) pelo Teste F. \*\*\*Altamente significativo ao nível de probabilidade ( $p < 0,001$ ); ns-Não significativo; G.L. – grau de liberdade; C.V. - coeficiente de variação; Cs - coeficiente de assimetria; Ck - coeficiente de curtose.



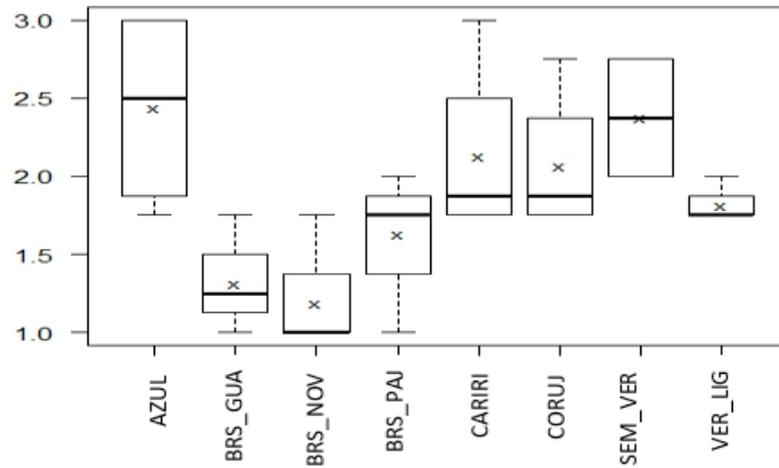
**Apêndice BB.** Gráfico Box plot das médias para hábito de crescimento (HC2) dos oito genótipos avaliados pelas famílias agricultoras. Campina Grande, PB.



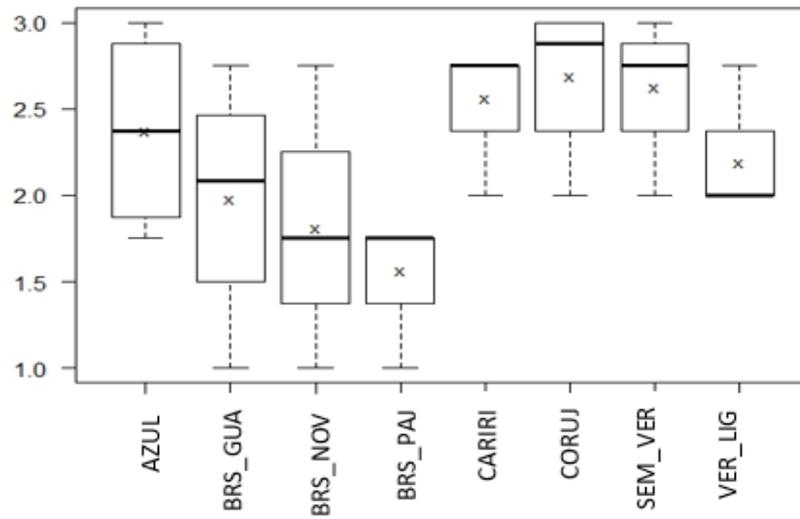
**Apêndice CC.** Gráfico Box plot das médias para altura da planta (AP2) dos oito genótipos avaliados pelas famílias agricultoras. Campina Grande, PB.



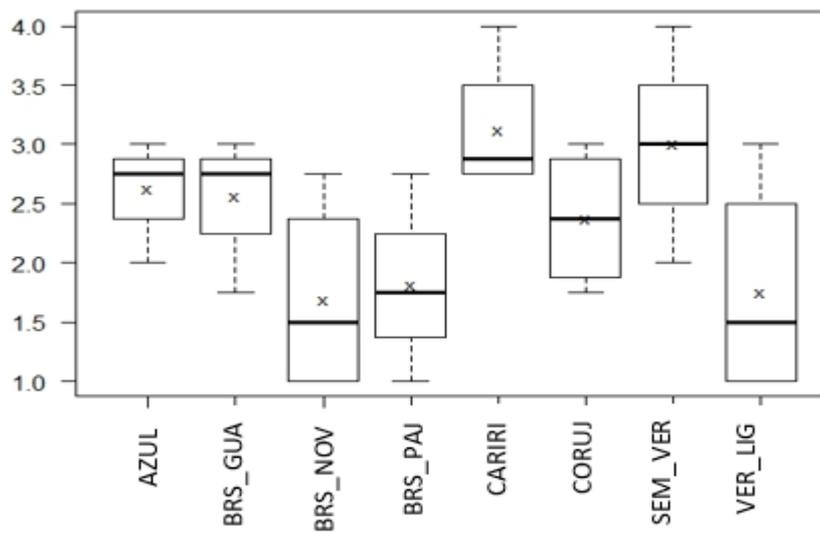
**Apêndice DD.** Gráfico Box plot das médias para número de vagens (NV2) dos oito genótipos avaliados pelas famílias agricultoras. Campina Grande, PB.



**Apêndice EE.** Gráfico Box plot das médias para tamanho da vagem (TV) dos oito genótipos avaliados pelas famílias agricultoras. Campina Grande, PB.



**Apêndice FF.** Gráfico Box plot das médias para resistência a pragas e doenças (RPD) dos oito genótipos avaliados pelas famílias agricultoras. Campina Grande, PB.



**Apêndice GG.** Gráfico Box plot das médias para resistência à seca (RS) dos oito genótipos avaliados pelas famílias agricultoras. Campina Grande, PB.