



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

SABRINA SILVA PEREIRA

**ESTIMATIVAS DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE EM CULTIVARES
E LINHAGENS DE ALGODOEIRO HERBÁCEO NA REGIÃO SEMIÁRIDA.**

**CAMPINA GRANDE - PB
2022**

SABRINA SILVA PEREIRA

**ESTIMATIVAS DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE EM CULTIVARES
E LINHAGENS DE ALGODOEIRO HERBÁCEO NA REGIÃO SEMIÁRIDA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.

Área de Concentração: Biotecnologia e Melhoramento Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Francisco José Correia Farias
Coorientador: Dr. José Jaime Vasconcelos Cavalcanti

CAMPINA GRANDE - PB

2022

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.

P436e Pereira, Sabrina Silva.

Estimativas de adaptabilidade e estabilidade em cultivares e linhagens de algodoeiro herbáceo na região semiárida. [manuscrito] / Sabrina Silva Pereira. - 2022.

80 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2023.

"Orientação : Prof. Dr. Francisco José Correia Farias, Embrapa Algodão."

"Coorientação: Prof. Dr. José Jaime Vasconcelos Cavalcanti , Embrapa Algodão"

1. *Gossypium hirsutum*. 2. Produtividade algodoeira. 3. Semiárido. I. Título

21. ed. CDD 633.51

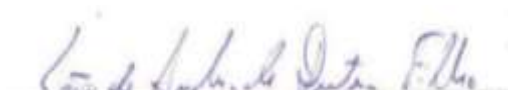
**ESTIMATIVAS DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE EM CULTIVARES
E LINHAGENS DE ALGODOEIRO HERBÁCEO NA REGIÃO SEMIÁRIDA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.

Área de Concentração: Biotecnologia e Melhoramento Vegetal.

Aprovada em: 2 /12 /2022

Banca Examinadora:



Prof. Dr. João de Andrade Dutra Filho - UFPE
Examinador externo



Prof. Dr. Carlos Domingues da Silva - UEPB/Embrapa Algodão
Examinador interno



Prof. Dr. Francisco José Correia Farias - UEPB/Embrapa Algodão
Orientador

Àos meus filhos Lívia e Henrique, que tenham opção e escolha das suas próprias formações.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, que me deu força para concluir esta etapa de minha vida.

Aos meus familiares, especialmente aos meus pais, Sandra, Sergio, minhas avós Rita e Maria, minha irmã Samara e meu esposo José Luiz pelo amor, incentivo, força e apoio incondicional, sempre me apoiaram com tudo que eu precisava durante a minha vida.

Ao professor Prof. Dr. Francisco José Correia Farias eu agradeço a orientação e a confiança que tornaram possível a realização do meu sonho.

Ao programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias UEPB e a Embrapa algodão por ter oferecido um ambiente criativo e amigável.

Aos amigos da Pós-graduação em Ciências Agrárias UEPB, em especial a Amanda, Paulo, Jailma, Severino e Wedson pelo apoio, companherismo e contribuições valiosas durante toda jornada.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001; Pelo apoio e concessão da bolsa de estudos.

A todos os colegas que de alguma forma fizeram parte dessa jornada eu agradeço com um forte abraço.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1. Aspectos gerais da cultura do algodoeiro (<i>G. hirsutum</i> L.)	15
2.2. Melhoramento genético do algodoeiro no Brasil	16
2.3. Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU)	18
2.4. Interação Genótipo x Ambiente	19
2.5. Adaptabilidade e Estabilidade	20
2.6. Metodologias de avaliação de adaptabilidade e estabilidade	21
2.6.1. Metodologias baseadas em análise de regressão.	21
2.6.2. Metodologias baseadas em análise não-paramétrica e análise de variância.....	22
2.6.3. Método multivariado: GGE Biplot.....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1. Material genético	25
3.1.1. Locais dos Experimentos	26
3.2. Análises estatísticas dos dados	28
3.2.1. Delineamento experimental.....	28
3.2.2. Variáveis avaliadas	28
3.2.2.1. Características Agronômicas	28
3.2.2.2. Características Tecnológicas de Fibra	29
3.2.3. Análises de variância individual e conjunta	29
3.3. Análises de adaptabilidade e Estabilidade Fenotípica.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1. Análises de variância individuais.....	34
4.2. Análise de variância conjunta	38
4.3. Comparações de médias	41
4. Análises de adaptabilidade e estabilidade.	46
4.4.1. Metodologia de Eberhart e Russell (1966).....	46
4.4.2. Metodologia de Lin e Binns (1988), modificada por Carneiro (1998) ..	50
4.4.3. Metodologia de Annicchiarico (1992)	53
4.4.4. Correlação de Spearman	55
4.4.5. Análise multivariada GGE biplot.....	57
5. CONCLUSÕES	61
REFERÊNCIAS	62
APÊNDICE	73

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Material genético utilizado nos Ensaio de Valor de Cultivo e Uso.....28
- Tabela 2. Esquema de análise de variância individual e teste F referente ao modelo(1).....33
- Tabela 3. Esquema de análise de variância conjunta e teste F referente ao modelo (2) Efeitos fixos de genótipos e aleatórios de ambientes.....34
- Tabela 4. Resumo da Análise de Variância Individual para as características: Produtividade de algodão em caroço (PAC – kg/ha); Porcentagem de Fibra (PF - %); produtividade de algodão em pluma (PAP); peso de um capulho (P1C); Comprimento de Fibra (UHM); Resistência de Fibra (STR); Micronaire (MIC) Reflectância (RD) e Fiabilidade (CSP), de 18 genótipos de algodoeiro avaliados nos ambientes Alagoinha 2020; Barbalha 2020; Serra Talhada 2020; Alagoinha 2021; Missão Velha 2021.....39-40
- Tabela 5. Resumo da Análise de Variância Conjunta dos ensaios de VCU para as características: Produtividade de algodão em caroço (PAC – kg/ha); Porcentagem de Fibra (PF - %); produtividade de algodão em pluma (PAP); peso de um capulho (P1C); Comprimento de Fibra (STR); Micronaire (MIC) Reflectância (RD) e Fiabilidade (CSP), de 18 genótipos de algodoeiro avaliados nos ambientes Alagoinha 2020; Barbalha 2020; Serra Talhada 2020; Alagoinha, 2021; Missão Velha, 2021.....43
- Tabela 6. Médias das variáveis agrônômicas e tecnológicas de fibra dos genótipos avaliados nos ensaios de VCU, classificadas segundo o teste de Scott e Knott (1974) e seus rankings (R): Produtividade de algodão em caroço (PAC – kg/ha); Porcentagem de Fibra (PF - %); produtividade de algodão em pluma (PAP); peso de um capulho

(P1C); Comprimento de Fibra (UHM); Resistência de Fibra (STR);
Micronaire (MIC) Reflectância (RD) e Fiabilidade (CSP).....47

Tabela 7. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica segundo o método proposto por Eberhart e Russell (1966) para produtividade de algodão em caroço (PAC) e produtividade do algodão em pluma (PAP) de 18 genótipos de algodão avaliados em 5 ambientes do semiárido nordestino..... 52

Tabela 8. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica segundo o método proposto por Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) para produtividade de algodão em caroço (PAC) e produtividade de algodão em fibra (PAP) de 18 genótipos de algodão, com decomposição de Pi (parâmetro de estabilidade e adaptabilidade) em ambiente favorável (Pif) e desfavorável (Pid).....55

Tabela 9. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica, pelo método de estabilidade de Annicchiarico (1992). Índice de confiança (Wi), com decomposição em ambientes favoráveis (Wif) e desfavoráveis (Wid), para produtividade de algodão em caroço (PROD) e produtividade de fibra (PRODF) de 18 genótipos de algodão.....57

APÊNDICE

- Tabela 1A. Médias das variáveis agronômicas e tecnológicas de fibra de cada genótipo avaliado no ensaio de VCU no Ambiente 1 (Alagoinha, 2020), classificadas segundo o teste de Scott e Knott (1974) e seus respectivos rankings (R): Produtividade de algodão em caroço (PAC – Kg/ha); Porcentagem de Fibra (PF - %); produtividade de algodão em pluma (PAP); peso de um capulho (PIC); Comprimento de Fibra (UHM); Resistência de Fibra (STR); Micronaire (MIC) Reflectância (RD) e Fiabilidade (CSP).....77
- Tabela 2A. Médias das variáveis agronômicas e tecnológicas de fibra de cada genótipo avaliado no ensaio de VCU no Ambiente 2 (Barbalha, 2020), classificadas segundo o teste de Scott e Knott (1974) e seus respectivos rankings (R): Produtividade de algodão em caroço (PAC – kg/ha); Porcentagem de Fibra (PF - %); produtividade de algodão em pluma (PAP); peso de um capulho (P1C); Comprimento de Fibra (UHM); Resistência de Fibra (STR); Micronaire (MIC) Reflectância (RD) e Fiabilidade (CSP).....78
- Tabela 3 A. Médias das variáveis agronômicas e tecnológicas de fibra de cada genótipo avaliado no ensaio de VCU no Ambiente 2 (Serra Talhada 2020), classificadas segundo o teste de Scott e Knott (1974) e seus respectivos rankings (R): Produtividade de algodão em caroço (PAC – kg/ha); Porcentagem de Fibra (PF - %); produtividade de algodão em pluma (PAP); peso de um capulho (P1C); Comprimento de Fibra (UHM); Resistência de Fibra (STR); Micronaire (MIC) Reflectância (RD) e Fiabilidade (CSP).....79
- Tabela 4 A. Médias das variáveis agronômicas e tecnológicas de fibra de cada genótipo avaliado no ensaio de VCU no Ambiente 4 (Alagoinha, 2021), classificadas segundo o teste de Scott e Knott (1974) e seus respectivos rankings (R): Produtividade de algodão em caroço (PAC – kg/ha); Porcentagem de Fibra (PF - %); produtividade de algodão em pluma (PAP); peso de um capulho (P1C); Comprimento de Fibra

(UHM); Resistência de Fibra (STR); Micronaire (MIC) Reflectância (RD) e Fiabilidade (CSP).....80

Tabela 5.A. Médias das variáveis agronômicas e tecnológicas de fibra de cada genótipo avaliado no ensaio de VCU no Ambiente 5 (Missão Velha, 2021), classificadas segundo o teste de Scott e Knott (1974) e seus respectivos rankings (R): Produtividade de algodão em caroço (PAC – kg/ha); Porcentagem de Fibra (PF - %); produtividade de algodão em pluma (PAP); peso de um capulho (P1C); Comprimento de Fibra (UHM); Resistência de Fibra (STR); Micronaire (MIC) Reflectância (RD) e Fiabilidade (CSP).....81

Tabela 6.A. Caracterização dos quatro ambientes avaliados nos ensaios de VCU conforme critério de Lin e Binns (1988), modificado por Carneiro (1998) e Annicchiarico (1992) para os caracteres produtividade de algodão em caroço (PROD) e produtividade de fibras (PRODF), avaliados em 17 genótipos de algodoeiro cultivados no semiárido nordestino.....82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Distribuição dos locais dos experimentos de VCU.Fonte: Google Earth.....	31
Figura 2 A:Representação gráfica do GGE biplot para a produtividade de algodão em caroço (PAC – kg/ha) e B: Representação gráfica do GGE biplot para a produtividade de fibra (PAP – kg/ha) de 18 genótipos de algodoeiro avaliados em Cinco ambientes.....	62
Figura 3 A: Representação gráfica do GGE biplot “Mean vs. Stability” para a produtividade de algodão em caroço (PAC – kg/ha) e B: Representação gráfica do GGE biplot “Mean vs. Stability” para a produtividade de fibra (PAP – kg/ha) de 18 genótipos de algodoeiro avaliados em cinco ambientes.....	64

RESUMO

PEREIRA, Sabrina Silva. M. Sc. Universidade Estadual da Paraíba / Embrapa Algodão; x de 2022; **Estimativa de Adaptabilidade e Estabilidade em Cultivares e Linhagens de Algodoeiro Herbáceo na Região Semiárida**. Orientador: Prof. Dr. Francisco José Correia Farias.

O Brasil tem se destacado entre os maiores produtores e exportadores mundiais, atualmente é o quarto maior produtor mundial da pluma do algodão e o segundo maior exportador. Nas regiões semiáridas do Nordeste os pequenos e médios produtores tornam a cotonicultura uma das principais atividades do meio rural. Neste contexto, as pesquisas desenvolvidas pelo programa de melhoramento da Embrapa Algodão para condições semiáridas, são fundamentais para a obtenção de novas cultivares com maior produtividade e qualidade de fibra, gerando renda e emprego ao meio rural. Sendo assim, o desenvolvimento de programas de melhoramento que identifiquem cultivares adaptadas às condições da região é fundamental. Na condução desses programas, o estudo da interação genótipos x ambientes antes da seleção e recomendação de cultivares auxiliam na escolha e indicação dos melhores materiais. O presente trabalho propôs avaliar a interação genótipos por ambientes e estimar os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade das linhagens finais de algodoeiro herbáceo oriundas do Programa de Melhoramento do Algodoeiro da Embrapa Algodão visando identificar genótipos adaptados e estáveis para as condições do Semiárido Nordestino. Foram avaliados dezoito genótipos conduzidos nas cidades de Alagoinha-PB; Barbalha-CE; Serra Talhada-PE e Missão Velha-CE nos anos de 2020 e 2021, totalizando cinco ambientes, as características avaliadas foram: produtividade de algodão em caroço, produtividade de algodão em pluma, peso de um capulho, comprimento de fibra, resistência, micronaire, reflectância e fiabilidade. Realizou-se análises de variância individual, conjunta e análises de adaptabilidade e estabilidade seguindo as metodologias propostas por Eberhart e Russell (1966), Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998), Annicchiarico (1992) e GGE Biplot (2000). As diferentes metodologias adotadas neste estudo foram concordantes e complementares, sendo eficientes e de fácil aplicação na identificação de genótipos de algodoeiro adaptados e estáveis. Os resultados obtidos indicaram os genótipos CNPA BA 2016-316; CNPA BA 2016-1294, CNPA BA 2016-1299, CNPA BA 2016-3788; CNPA BA 2015-2353 FL e CNPA BA 2016-316 foram os produtivos e apresentaram ampla adaptabilidade e estabilidade para as condições de cultivo na região semiárida nordestina.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*; Produtividade; Interação genótipo x ambiente; Semiárido.

ABSTRACT

PEREIRA, Sabrina Silva. M. Sc. Paraíba State University / Embrapa Cotton; february 2022; **Estimation of Adaptability and Stability in Herbaceous Cotton Cultivars and Lines in the Semiarid Region.** Advisor: Prof. Dr. Francisco José Correia Farias.

Brazil has stood out among the world's largest producers and exporters, currently the fourth largest producer of the cotton plume in the world and the second largest exporter. In the semi-arid regions of the Northeast, small and medium-sized producers make cotton culture one of the main activities of the rural environment. Therefore, the development of breeding programs that identify cultivars adapted to the conditions of the region is essential. In the conduction of these programs, the study of the interaction genotypes x environments before the selection and recommendation of cultivars help in the choice and indication of the best materials. The present work aimed to evaluate the interaction genotypes by environments and estimate the parameters of adaptability and stability of the final lines of upland cotton from the Embrapa cotton breeding program in order to identify genotypes adapted and stable for the conditions of the Semiarid Nordeste. Eighteen genotypes were evaluated in the cities of Alagoinha-PB; EC beard; Serra Talhada-PE and Missão Velha-CE in the years 2020 and 2021, totaling five environments, the characteristics evaluated were: cotton seed productivity, cotton yield in feather, weight of a capulho, fiber length, resistance, micronaire, reflectance and reliability. Analyses of individual, joint variance and adaptability and stability analyses were performed following the methodologies proposed by Eberhart and Russell (1966), Lin and Binns (1988) modified by Carneiro (1998), Annicchiarico (1992) and GGE Biplot (2000). The different methodologies adopted in this study were concordant and complementary, being efficient and easy to apply in the identification of adapted and stable genotypes. The results obtained indicated the CNPA BA 2016-316 genotypes; CNPA BA 2016-1294, CNPA BA 2016-1299, CNPA BA 2016-3788; CNPA BA 2015-2353 FL and CNPA BA 2016-316 were the productive ones and showed wide adaptability and stability for growing conditions in the semi-arid northeastern region.

Key-words: *Gossypium hirsutum*; Yield; Genotype x environment interaction; Semiarid.

1. INTRODUÇÃO

O algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), denominado como algodão anual, é uma das principais espécies cultivadas para produção de fibras, sendo explorada em regiões tropicais e subtropicais (QUEIROZ et al., 2017). No Brasil, os índios já possuíam conhecimento sobre essa cultura mesmo antes do descobrimento do país, sendo eficazes na utilização do algodão para a produção de redes e cobertores, além da inclusão da planta em sua alimentação e no tratamento de ferimentos (AMPA, 2018).

Atualmente, o algodão é cultivado em mais de 70 países, nos cinco continentes, desempenhando um importante papel na economia global. (CARVALHO et al., 2019). Além disso, o comércio mundial do algodão movimenta cerca de US\$12 bilhões anualmente e envolve mais de 350 milhões de pessoas em sua produção, desde as fazendas, descaroçamento, processamento e embalagem (ABRAPA, 2022).

A produção de algodão, na safra 2021/2022, é estimada em 2,82 milhões de toneladas, crescimento de 19,5% em relação ao ciclo anterior, a previsão de produtividade é de 1.785 Kg/ha - a segunda maior da história - 3,8% acima do obtido na safra (ABRAPA, 2022). O Brasil destaca-se mantendo-se como quarto maior produtor para a temporada atual – 2022/23 e segundo maior exportador com estimativa de exportação de 1.964 (mil toneladas) 2022/23 (IAC, 2022). Os maiores produtores nacionais de algodão são os estados de Mato Grosso, Bahia, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul, tendo Mato Grosso mantido sua posição em primeiro lugar desde 2020 (CONAB, 2022).

Além das condições edafoclimáticas favoráveis para estes avanços em produtividade, outros fatores podem contribuir como o uso de pacote tecnológico e de melhores insumos por parte dos produtores e a pesquisa desenvolvida nos diferentes programas de melhoramento do algodoeiro em diversas áreas agrícolas do Brasil (FARIAS e CARVALHO, 2014).

No âmbito nacional o cultivo do algodoeiro herbáceo tem aumentado nas regiões do cerrado nos estados da Bahia, Piauí, Maranhão e Tocantins (BARROSO et al., 2017). Nas regiões semiaridas a cultura do algodão vem se

desenvolvendo de acordo com as várias situações que a região impõe a cada novo ciclo, seja por componentes sociais, climáticos, financeiros e tecnológicos. Para a manutenção da produtividade no semiárido nordestino e o incremento da capacidade de competição do cotonicultor dessa região, é imprescindível o desenvolvimento de programas de melhoramento que identifiquem cultivares adaptadas às condições dessas localidades é fundamental. (SILVA, 2019).

Para estimar e entender a interação G x A, os genótipos são avaliados em diferentes locais, épocas e anos de plantio. (Borém et al., 2017). Sendo assim, o estudo da interação G x A antes da seleção e recomendação de cultivares na última etapa dos ensaios desenvolvidos nos programas de melhoramento faz-se necessário, ele é feito aplicando-se testes de estabilidade e adaptabilidade fenotípica, que irão auxiliar na escolha dos melhores materiais (RAMALHO et al., 2012).

Dentre as principais metodologias utilizadas que explicam adequadamente os efeitos principais (de genótipos e de ambientes) e de sua interação, pode-se destacar: Eberhart e Russell (1966), Annicchiarico (1992), Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) todas de caráter univariado. E mais recentemente evidencia-se também o método multivariado de análise gráfica GGE Biplot (YAN et al., 2000). Estas análises assumem um papel fundamental na condução dos programas de melhoramento em relação ao processo de seleção dos genótipos mais promissores (CARVALHO et al., 2017).

Diante da grande importância da cultura na economia nacional e mundial e a constante necessidade de desenvolvimento tecnológico na agricultura, o presente trabalho propôs avaliar a interação genótipos por ambientes e estimar os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade das linhagens finais de algodoeiro herbáceo oriundas do Programa de Melhoramento do Algodoeiro da Embrapa Algodão visando identificar genótipos adaptados e estáveis para as condições do Semiárido Nordeste.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos gerais da cultura do algodoeiro (*G. hirsutum* L.) .

Ao longo dos séculos o algodão tem sido utilizado por diversas civilizações sendo inicialmente distribuídos em várias regiões geográficas incluindo África, Arábia, Austrália e Mesoamérica. O cultivo das espécies selvagens de algodão por pessoas nativas dessas regiões desenvolveram quatro espécies distintas de algodão cultivado, incluindo o algodão herbáceo (*G. hirsutum* L.), a principal espécie cultivada atualmente, *G. arboreum* L., *G. herbaceum* L., *G. barbadense* L., estas também apresentam valor econômico e estão dispersas pelo mundo inteiro (RITCHIE et al., 2007; CARVALHO, 2008). As primeiras duas espécies são diplóides ($2n=2x=26$ A-G e K) e as duas últimas, consideradas as espécies de algodão mais cultivadas, são alotetraploides ($2n=4x=52$) (FREIRE, 2000).

O algodoeiro é uma planta com hábito de crescimento indeterminado, cuja altura varia entre 60 e 100 cm, o caule com poucas ramificações, prefazendo o meristema apical principal, com dois tipos de ramificações, determinados de ramos reprodutivos ou simpodiais e ramos vegetativos ou monopodiais, suas folhas são tri ou pentalobadas e raiz pivotante, que pode chegar a 2,50 m de profundidade, a depender das condições edafoclimáticas (BORÉM; FREIRE, 2014).

Por ser uma planta considerada parcialmente autógama, possuindo um sistema reprodutivo considerado misto, com flores hermafroditas, com variação entre as cores creme e/ou amarelada, seu sistema reprodutivo é considerado misto, com flores hermafroditas, desta forma, parte de suas sementes são provenientes de autofecundação, sendo a taxa de cruzamento natural variável, dependendo das condições ambientais e da presença de agentes polinizadores das cultivares. O conhecimento da taxa de cruzamento do algodoeiro torna-se importante, influenciando diretamente na escolha dos métodos de melhoramento (CARVALHO, 1993).

O Brasil encontra-se entre os principais produtores mundiais de algodão, sendo o primeiro lugar em produtividade em sistema produtivo do tipo sequeiro, além disso o país se destaca entre os maiores exportadores mundiais de fibra e

um dos maiores consumidores de algodão em pluma, com estimativa de consumo em 765 mil toneladas em 2022, valor esse superior ao exercício do ano de 2021, estando entre os primeiros no ranking internacional (CONAB, 2021; ABRAPA, 2022).

O algodoeiro herbáceo é, dentre as culturas produtoras de fibra, a de maior importância global. O principal produto do algodoeiro é a fibra, que, com 94% de celulose em sua composição, representa 35% a 45% da produção total, abastecendo 50% do mercado mundial de fibras têxteis (SANTOS et al., 2008). Essa matéria-prima decorre por diversos processos físicos e químicos na cadeia têxtil como a fiação, tecelagem ou malharia, beneficiamento e confecção até chegar no consumidor final. (LAVRATI, 2022).

No semiárido brasileiro, o algodoeiro vem cumprindo um papel importante na economia da região, por sua resistência a seca o plantio dessa cultura pode garantir a geração de empregos. Além do seu aproveitamento integral (semente, planta e fibra) pois permite a obtenção de diferentes produtos que podem ser utilizados para diferentes fins. gerando renda através de sua fibra (indústria e tecidos), caroço (fabricação de biodiesel, óleo de cozinha, etc.) e farelo (alimentação animal), movimentando diferentes setores da economia (ZONTA et al., 2016).

2.2. Melhoramento genético do algodoeiro no Brasil

O melhoramento de plantas pode ser definido de forma clássica como a ciência e ou a arte de modificar as plantas para o benefício humano (BORÉM, 1998; BERNARDO, 2002). Refere-se a uma ciência multidisciplinar que aplica os princípios da genética para o desenvolvimento de cultivares melhoradas para utilização humana e animal, utilizando-se de conhecimentos de agronomia, botânica, genética, genética molecular, citogenética, fisiologia, patologia, entomologia, bioquímica e estatística entre outros (SCHLEGEL, 2003).

A seleção de plantas, ou melhoramento, como arte, vem sendo realizada desde os primórdios da agricultura, quando os agricultores iniciaram a adaptação das plantas, selecionando as espécies e variedades mais desejáveis (BORÉM et al., 2021). Várias cultivares de várias espécies são desenvolvidas a cada ano

com características de alta produtividade, qualidade, resistência a estresses bióticos e abióticos, adaptabilidade, etc. (FALEIRO et al., 2011).

O melhoramento genético do algodoeiro foi iniciado no Brasil em 1921, quando foi reativado o Serviço Federal do Algodão, no Ministério da Agricultura, com os objetivos de dar assistência técnica aos agricultores, incentivar melhoramento das variedades, além de realizar estudos referentes a pragas e doenças na cultura (VIDAL NETO et al., 2013).

Além disso, assim como em outros países, os programas de melhoramento buscam o aumento de produtividade e do rendimento de fibra, e a obtenção de fibras mais finas, resistentes e uniformes. No entanto, no Brasil ainda existem alguns padrões mínimos estabelecidos em relação a esses caracteres como: precocidade do ciclo entre 110 e 140 dias, rendimento de fibra superior a 40%, finura da fibra com índice micronaire entre 3,6 e 4,2, resistência maior que 28 gf tex-1 , e uniformidade de comprimento maior que 84%. (FREIRE et al., 2008).

No semiárido nordestino, o cultivo do algodoeiro herbáceo continua sendo uma das principais atividades do meio rural, em especial para os pequenos e médios produtores (SILVA et al., 2017). Para o Nordeste, onde o algodoeiro é cultivado em dois biomas distintos – os cerrados da Bahia, Piauí e Maranhão e o semiárido (Agreste e Caatinga), compreendendo os demais estados – tem-se que considerar as peculiaridades de cada região, por serem bastante diferentes e com características específicas, apresentando demandas diferenciadas em relação às cultivares (SILVA, 2019).

No semiárido, caracterizado pela predominância da exploração familiar, a demanda é por tolerância à seca, ciclo precoce ou semiperene, adaptação às condições edafoclimáticas locais (chuvas irregulares, solos alcalinos, rasos e pedregosos), resistência ao bicudo e características especiais, como: fibra colorida, fibra longa, ausência de gossypol nas sementes e aumento do teor de óleo (VIDAL NETO e FREIRE, 2013).

O programa de melhoramento desenvolvido pela Embrapa Algodão para as condições semiáridas apresenta objetivos semelhantes à de outros países da América Latina, como melhorar a produtividade, o rendimento no descaroçamento e obter cada vez mais fibras de melhor qualidade, com prioridade para obtenção de cultivares mais produtivas, precoces, com alto

rendimento de fibras, fibras finas, resistentes e uniformes (FREIRE et al., 2008; QUEIROZ, 2017).

A estratégia que vem sendo utilizada atualmente pelo programa de melhoramento do algodoeiro da Embrapa Algodão para as condições de semiáridas do Nordeste é a seleção de cultivares e linhagens com características especiais (fibras brancas, coloridas de comprimentos médios, longos e extra longos) que possam ser cultivadas em sistemas convencionais, orgânicos e agroecológicos sob o regime de sequeiro ou irrigado (ELIAS et al. 2021).

2.3. Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU)

Considera-se por VCU o valor intrínseco de combinação das características agronômicas da cultivar com as suas propriedades de uso em atividades agrícolas, industriais, comerciais e/ou de consumo in natura (BRASIL, 2003). Os ensaios de VCU obedecem aos requisitos mínimos para inscrição no Registro Nacional de Cultivares, isto é, necessitam ser realizados no mínimo por dois anos, em três locais de cada macrorregião pretendida, ou em três locais por dois anos, bem como na Lei de Proteção de Cultivares (Lei no 9.456), da qual as linhagens que forem mais promissoras poderão ser lançadas como nova cultivar (Borém et al., 2017), sendo o lançamento de cultivar a fase final do melhoramento.

Segundo Krause (2005), as recomendações para a implantação de ensaios VCU são: o delineamento experimental em blocos casualizados com, no mínimo, três repetições; as parcelas devem ser constituídas de, no mínimo, duas fileiras de quatro metros de comprimento sendo utilizadas apenas as duas centrais como útil. Trata-se de uma exigência básica para que uma cultivar obtenha o Registro Nacional de Cultivares (RNC).

Com o objetivo de atender as normas do Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) do Ministério da Agricultura, com relação à proteção e registro de novas cultivares a serem lançadas, anualmente a Embrapa Algodão programa os ensaios de VCU para as regiões do Cerrado e Semiárido Brasileiro. Na região Semiárida, esses ensaios são geralmente implantados nas cidades de Alagoinha-PB, Barbalha-CE, Missão-Velha-PB e Serra Talhada-PE. A avaliação experimental nesses ambientes, visa identificar linhagens altamente produtivas,

bem adaptadas, com boa aceitação comercial, resistentes ou tolerantes às principais doenças e pragas e com maior potencialidade para uso comercial no Nordeste.

Como resultado deste trabalho a Embrapa Algodão já disponibilizou aos produtores nordestinos diversas cultivares de algodão com destaque para as cultivares de fibras brancas: CNPA PRECOCE 1, CNPA 7H, CNPA PRECOCE 2, CNPA PRECOCE 3 e BRS ACÁCIA, BRS AROEIRA, BRS 286, BRS 336 e BRS 416 (CARVALHO, 2008; MORELLO et al., 2017) e de fibras coloridas: BRS VERDE, BRS RUBI, BRS SAFIRA e BRS TOPÁZIO e BRS JADE (FREIRE e CARVALHO, 2004; MORELLO et al., 2017 e Farias et al., 2019).

2.4 Interação Genótipo x Ambiente

A interação genótipo x ambiente (GxA) é a mudança relativa no desempenho de um mesmo genótipo quando exposto a diferentes ambientes. Os cultivares, podem ser estão expostas a diferentes tipos de solo, níveis de fertilidade, teores de umidade, temperaturas, fotoperíodos, estresses bióticos e abióticos e práticas culturais (GUL et al., 2016).

Existem duas condições, contribuindo para a interação G x A ao qual o genótipo é submetido. A primeira condição refere-se aos fatores previsíveis e incluem todos os fatores permanentes do ambiente, como o fotoperíodo, tipo de solo, fertilidade do solo, toxicidade por alumínio, época de semeadura e práticas agrícolas. A segunda condição refere-se aos fatores imprevisíveis, que incluem a distribuição pluviométrica, umidade relativa do ar, temperatura atmosférica e do solo, patógenos e insetos. (Allard & Bradshaw, 1964 e Borém et al., 2017).

Sendo assim, quando se avalia determinado genótipo em uma série de ambientes, além dos efeitos ambientais e genéticos, detecta-se um efeito adicional, proporcionado pela interação dos mesmos (CRUZ et al., 2012). A interação genótipos x ambientes (G x A) é definida como o comportamento diferencial de genótipos em diferentes ambientes (RESENDE, 2007; SOUZA, 2013).

O clima do bioma da caatinga da região semiárida brasileira é bastante diversificado, englobando desde climas úmidos a semiáridos, que contribuem para altas estimativas de interação G x A nas populações em fase de

melhoramento, dificultando tanto a seleção quanto a identificação de genótipos com estabilidade de produção (VASCONCELOS et al., 2015). Os efeitos da interação GxA na seleção de algodoeiros dificilmente são nulos, mas eles podem ser amenizados por meio da condução de maior número de ensaios, repetidos em vários locais e anos, o que permite maior confiabilidade nos processos de seleção e recomendação de genótipos mais produtivos e adaptados (SILVA e DUARTE, 2006).

Nos programas de melhoramento do algodão desenvolvido pela Embrapa Algodão, busca-se obter genótipos cada vez mais produtivos e com fibra de maior qualidade. Anualmente são testados vários genótipos em diferentes ambientes. Na maioria dos casos, esses ambientes variam substancialmente, e há interações entre genótipos e ambientes, que surgem de respostas genotípicas diferenciais ao meio ambiente (FARIAS et al, 2016).

Para garantir uma maior confiabilidade na recomendação de genótipos é preciso compreender as interações G x A. Embora seja importante as informações geradas pela análise da interação GxA não é suficiente, sendo necessário a realização de análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípica, na qual é possível identificar genótipos com comportamento previsível, responsivos às variações ambientais em condições específicas ou abrangentes (CRUZ et al., 2014).

2.5 Adaptabilidade e Estabilidade

A adaptabilidade consiste na capacidade de aproveitamento das variações do ambiente, ou seja, é a resposta produtiva dos genótipos aos estímulos ambientais, enquanto a estabilidade é a previsibilidade desta resposta às modificações ambientais (Borém et al., 2017; Cruz et al., 2012; Cruz e Regazzi, 1997). As análises de adaptabilidade e estabilidade são destinadas à avaliação sobre o comportamento previsível de um grupo de genótipos diante das variações ambientais, em condições específicas ou amplas.

Dessa maneira, genótipos avaliados em diversos ambientes e anos de cultivo, poderão ser indicados para ambientes específicos. Por sua vez, o melhorista utilizará as análises de adaptabilidade e estabilidade produtiva para identificar se os genótipos contribuem com a mesma intensidade para a

interação G x A. O estudo da estabilidade e adaptabilidade fenotípica é uma técnica bastante utilizada para avaliar várias espécies vegetais, incluindo o algodão. (SILVA et al., 1995; SCAPIM et al., 2000; FARIAS, 2005; Silva, 2019).

Um método de análise dependerá dos dados experimentais, basicamente aqueles relacionados com o número de ambientes acessíveis, da precisão requerida e do tipo de informação esperada, considerando que alguns métodos são alternativos enquanto outros são complementares (Cruz et al., 2012).

2.6. Metodologias de avaliação de adaptabilidade e estabilidade

Os métodos que estudam adaptabilidade e estabilidade fenotípica são baseados nos componentes de análise de variância, em métodos de regressão, em métodos não paramétricos, em métodos multivariados, em modelos mistos, e em novos métodos, como modelos analíticos fatoriais (Van Eeuwijk et al., 2016, Carvalho et al., 2016,) e métodos que integram a análise comum de variância (método univariado) com a análise de componentes principais (método multivariado), como é o caso da análise GGE Biplot e AMMI (RAMALHO et al., 2012; SOUZA, 2013).

Na literatura são encontrados vários métodos para estimar a estabilidade e adaptabilidade dos genótipos em diversos locais, entre eles, aqueles que se fundamentam na análise de variância proposto por Annicchiarico (1992) e Wricke (1965), na regressão linear simples por Eberhart e Russell (1966); na regressão linear bissegmentada de Cruz et al. (1989); nos métodos não - paramétricos de Lin e Binns (1988) e nos métodos gráficos multivariados (Gauch, 1952 e Yan et al. 2002).

2.6.1. Metodologias baseadas em análise de regressão.

A regressão tem a função básica de fornecer as equações necessárias para relacionar as variáveis em questão, com as quais podem ser feitas as predições sobre o comportamento futuro do fenômeno. Essa técnica está cada vez mais sendo utilizada nas análises de estabilidade. O método da análise de regressão analisa o coeficiente de regressão das características de uma cultivar

em relação a um índice ambiental (FINLAY e WILKINSON, 1963; EBERHART e RUSSEL, 1966).

De modo geral, o método de análise de regressão de Eberhart e Russell (1966), avalia o coeficiente de regressão das características de uma cultivar em relação a um índice ambiental, permitindo que a abordagem bayesiana seja realizada sem problemas. O parâmetro: σ^2 di mensura a variância dos desvios da regressão e avalia a capacidade da cultivar apresentar comportamento previsível em função do estímulo ambiental. (CARNEIRO, 2021). Enquanto o parâmetro β_1 é o coeficiente da regressão linear, que indica a adaptabilidade do material. O parâmetro R^2 é o coeficiente de determinação, ele estima a previsibilidade do genótipo nos vários ambientes (Cruz et.al 2014).

Nesta metodologia, a cultivar ideal é aquela com: produção média alta; coeficiente de regressão ($\beta_1 = 1$) igual a unidade; e com desvio da regressão ($\zeta^2_{di} = 0$) menor possível, ou seja, aquela com resposta a melhoria das condições ambientais e de comportamento altamente previsível (RAMALHO et al., 2012).

Entretanto, apesar de amplamente utilizadas, as metodologias baseadas em análise de regressão apresentam algumas restrições quanto ao seu emprego, sendo seu uso recomendado em conjunto com algum outro método, garantindo maior segurança nas inferências sobre a estabilidade e adaptabilidade das cultivares selecionadas (FARIAS, 2005; RAMALHO et al., 2012).

No Brasil, estudos de estabilidade e adaptabilidade com a cultura do algodoeiro, por meio, dessa metodologia têm sido realizados em varias oportunidades: FARIAS et al. 1997; SUINAGA et al. 2006; SILVA FILHO et al. 2008; CARVALHO et al. 2015; ALVES et al. 2017; SILVA, 2019; SILVA et al.2020 e CARNEIRO, 2021.

2.6.2. Metodologias baseadas em análise não-paramétrica e análise de variância

Existem diferentes inúmeros testes não-paramétricos para as diferentes hipóteses testadas, os métodos de Lin e Binns (1988) e de annicchiarico (1992) são os mais utilizados para análises de adaptabilidade e estabilidade. O método

de LIN e BINNS (1988), para se estimar o desempenho genotípico pode ser definido como o quadrado médio da distância entre a média da cultivar e a resposta média máxima para todos os ambientes. Consistindo em uma análise que identifica os genótipos mais estáveis por meio de um único parâmetro de estabilidade e adaptabilidade (PINTO, 2016).

Lin e Binns (1988), classifica os genótipos de acordo com os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade geral e contempla os desvios em relação à produtividade máxima obtida em cada ambiente, onde o parâmetro P_i mede o desempenho de um dado genótipo em relação ao genótipo com melhor desempenho, em cada um dos ambientes avaliados, e considera o genótipo mais promissor o que apresentar menor estimativa de P_i (SILVA, 2019). Esta metodologia foi aprimorada por Carneiro (1998), por meio da decomposição desse parâmetro, considerando-se ambientes favoráveis e desfavoráveis (CONDÉ et al., 2010).

Outra metodologia que emprega regressão linear é o método de Annicchiarico (1992), que analisa e identifica genótipos com performance desejável, nos ambientes considerados desfavoráveis e favoráveis, na qual é possível estimar o índice de confiança (I_i), e fazer a recomendação de uma cultivar, considerando o risco da mesma apresentar desempenho abaixo de um dado padrão estabelecido, como, por exemplo, a média geral, e a probabilidade do insucesso ser tanto menor quanto maior for esse índice de confiança. (CONDÉ et al., 2010). GOMES et al. (2002) afirmam que o método de ANNICCHIARICO tem a vantagem de auxiliar na recomendação das cultivares considerando o risco de apresentarem desempenho abaixo de um dado padrão, como, por exemplo, a média geral. Quanto maior o índice de confiança da cultivar, menor será sua probabilidade de insucesso.

Na literatura, estudos de adaptabilidade e estabilidade na cultura do algodão baseados nesse método já foram realizados por Farias et al. (1997), Silva Filho et al. (2008), Rodrigues et al. (2017), Teodoro (2017), SILVA (2019) e CARNEIRO (2021).

2.6.3. Método multivariado: GGE Biplot

A análise GGE-biplot (genotype main effects + genotype environment interaction), proposto por Yan et al. (2000). é uma ferramenta no melhoramento de plantas para avaliação de genótipos em diferentes ambientes. Permite o desdobramento dos efeitos de genótipo (G), ambiente (E) e interação genótipo-ambiente (GE) observados em dados bidirecionais e constrói gráficos que permitem a visualização da adaptabilidade e estabilidade do genótipo (YAN et al., 2000). No entanto, Yan et al. (2007) observaram que a análise biplot é simplesmente uma ferramenta estatística visualmente descritiva, e Yang et al. (2009) concluíram que as inferências que o utilizam devem ser feitas com cautela.

No modelo do gráfico denominado biplot (Gabriel, 1971), que baseia-se na aproximação decomposição por valores singulares (DVS) de uma matriz, por outra de posto inferior. Para permitir a construção do gráfico o posto da matriz aproximada deverá, na realidade, ser igual a um, dois ou três, resultando num biplot em uma, duas ou três dimensões, respectivamente. Ademais, embora a maioria destes gráficos seja construída em duas dimensões, não é isto que determina o nome biplot, mas os dois tipos de marcadores, os quais podem ser representados, na prática, em uma, duas ou em até três dimensões (Gauch, 1992).

Nos gráficos do GGE biplot há a visualização de três aspectos importantes: 1) a relação entre genótipo e ambiente, permitindo o agrupamento de genótipos e ambientes com comportamentos semelhantes, mostrando o genótipo com maior potencial e sua identificação em cada subgrupo de ambientes (mega-ambientes); 2) a inter-relação entre ambientes, facilitando a identificação do melhor ambiente na avaliação das cultivares e indicando qual ambiente pode ser menos favorável; e 3), a interrelação entre genótipos, facilitando a comparação dos genótipos e do ordenamento (“ranking”) para os parâmetros de rendimento e estabilidade (YAN et al., 2001; YAN e RAJCAN, 2002; SILVA, 2016 e e SILVA et al. 2019).

Recentemente, esta metodologia vem sendo utilizada para investigar a interação G x A em diversas culturas, na cultura do algodoeiro destacam-se os seguintes trabalhos (FARIAS et al., 2016; SILVA, 2016; SILVA FILHO et al., 2016 e 2017; ALI et al., 2017; RIAZ et al., 2018; SILVA, 2018; TEODORO et al. 2018; SILVA 2019; CARNEIRO, 2021, entre outros).

3.MATERIAL E MÉTODOS

3.1.Material genético

Os genótipos (3 testemunhas e 15 linhagens) avaliados neste trabalho são oriundos do Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU) do Algodoeiro convencional, proveniente do Programa de Melhoramento da Embrapa Algodão para as condições do semiárido nordestino, A relação dos genótipos e os respectivos obtentores estão listados na Tabela 1.

Tabela 1. Material genético utilizado nos Ensaios de Valor de Cultivo e Uso.

TRATAMENTO	GENÓTIPOS	OBTENTORA
G1	BRS 336	EMBRAPA
G2	BRS 416	EMBRAPA
G3	FM 910	BAYER
G4	CNPA GO 2011-486	EMBRAPA
G5	CNPA BA 2013-1958 FL	EMBRAPA
G6	CNPA BA 2015- 1575FL	EMBRAPA
G7	CNPA BA 2015-1754 FL	EMBRAPA
G8	CNPA BA 2015-2353 FL	EMBRAPA
G9	CNPA BA 2015-2163 FL	EMBRAPA
G10	CNPA BA 2015-1583	EMBRAPA
G11	CNPA BA 2016-1060 FL	EMBRAPA
G12	CNPA BA 2016-316	EMBRAPA
G13	CNPA BA 2016-696	EMBRAPA
G14	CNPA BA 2016-1274	EMBRAPA
G15	CNPA BA 2016-1294	EMBRAPA
G16	CNPA BA 2016-1299	EMBRAPA
G17	CNPA BA 2016-1382	EMBRAPA
G18	CNPA BA 2016-3788	EMBRAPA

(T) Testemunhas.

A cultivar BRS 336 foi originada pelo cruzamento triparental entre as cultivares CHACO 520, 26 BRS Itaúba e Delta Opal. Seu rendimento de fibras é entre 38,0 a 39,5%, com micronaire entre 4,0 e 4,9 $\mu\text{g p}^{-2}$, comprimento entre 32,0 e 34,0 mm e resistência entre 31,0 e 34,2 gf/tex, caracterizando-se como um material com excelente qualidade de fibras (EMBRAPA, 2011). A BRS 416 é uma cultivar convencional de algodão branco de ciclo precoce, alta produtividade, porte baixo e excelente nível de resistência a doenças. Rendimento médio de fibras 41,5%, com índice médio de micronarie 4,8 $\mu\text{g p}^{-2}$ comprimento médio 29,7 mm e resistência média 29,2 gf/tex (EMBRAPA, 2019). A FM 910 possui rendimento de fibra de 41,5% com micronarie 3,78 $\mu\text{g p}^{-2}$ comprimento 30,27mm e resistência entre 33,58 gf/tex (IMAMT, 2017).

3.1.1. Locais dos Experimentos

Os ensaios de VCU foram conduzidos nos anos de 2020 e 2021 nos municípios de Alagoinha-PB; Barbalha-CE; Missão Velha-CE e Serra Talhada-PE, (Figura 1), O município de Alagoinha-PB, está localizado na mesorregião do agreste do estado, com posição geográfica de 6° 57' 00" S latitude Sul e de 35° 32' 42" W Longitude Oeste, com altitude de 140 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo As' (Árido com clima tropical quente e úmido e estação seca no inverno), precipitação e temperatura média anual de 995 mm e 26,4°C, respectivamente. O solo foi classificado como Argissolo vermelho-amarelo eutrófico, textura argilosa, com relevo suave ondulado (Embrapa 1999).

Barbalha-CE, está localizada na região metropolitana do Cariri Cearense, com posição geográfica de 7° 18' 18" S latitude Sul e de 39° 18' 7" W longitude Oeste, com altitude de 414 m (IBGE, 2019). De acordo com a classificação climática de Köppen o clima predominante no município é do tipo "Aw", equatorial úmido seco no inverno, apresenta pluviosidade média anual de 1047,9 mm/ano com 83,3% das chuvas registradas entre os meses de janeiro a abril, e temperatura média anual de 24,1°C (SILVA et al., 2013). O solo da área experimental foi classificado como Neossolo flúvico, de textura franco-argilosa (VASCONCELOS, 2016).

Missão Velha-CE, está localizado na região do Cariri, a 7° 42' 07" S latitude sul e 39° 24' 18" de longitude Oeste com altitude de 360 m. Segundo classificação de Köppen-Geiger, o clima na localidade em estudo, é do tipo quente e úmido (Aw), com regime de chuvas tropical austral (w) O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo típico. totalizando 1.056 mm e 1.001 de precipitação anual, respectivamente (LIMA et al., 2017).

Serra Talhada-PE, está localizada na região Mesorregião do Sertão Pernambucano, Microrregião do Pajeú, com posição geográfica de 8° 18' 5,8" S latitude Sul e de 39°30' 37,2" W longitude Oeste, Com altitude de 438 m (IBGE) Segundo a Köppen e Geiger a classificação do clima é "Aw", semiárido, acarretando verões muito quentes, com registro de máximas de 31°C e mínimas de 20°C, definindo o período mais chuvoso. Em contrapartida, o inverno expressa máximas de 26°C e mínimas de 17°C. É possível estimar que os meses chuvosos são de janeiro a abril e a precipitação pluviométrica admite 686 mm/ano. (SOUSA et. al, 2018).

Os experimentos de Alagoinha-PB, Missão Velha-CE e Serra Talhada forma conduzidos em regime de sequeiro e o de Barbalha -CE foi conduzido em regime irrigado, As irrigações foram realizadas de forma igual em todas as parcelas, de modo a garantir o pleno estabelecimento das plantas, sendo a lâmina de irrigação determinada em função da evapotranspiração da cultura, com turno de rega de 3 dias, As irrigações se encerraram quando a cultura apresentou 60% de capulhos abertos, Às demais práticas culturais, do plantio à colheita, foram realizadas de acordo com o sistema de produção preconizado pela Embrapa Algodão.



Figura 1 Distribuição dos locais dos experimentos de VCU. Fonte: Google Earth.

3.2. Análises estatísticas dos dados

3.2.1. Delineamento experimental

Os ensaios foram realizados com delineamento em blocos ao acaso com 18 tratamentos (genótipos) e 4 repetições. As parcelas experimentais foram compostas por duas fileiras de 5 m lineares, plantadas no espaçamento de 0,80 m, correspondendo a 9 m² de área total.

3.2.2. Variáveis avaliadas

Para a realização das análises propostas foram utilizadas as seguintes variáveis:

3.2.2.1. Características Agronômicas

- PAC (Produtividade de algodão em caroço, kg/ha): Obtido através da transformação do peso do algodão em caroço obtido da parcela útil em gramas convertido em quilogramas por hectare;

- PF (Porcentagem de Fibras, %): Obtido pela relação entre o peso de fibra da amostra padrão (AP, 20 capulhos) em cada parcela útil pelo peso total da amostra padrão;
- PAP (Produtividade de Algodão em Pluma kg/ha): Obtido a partir da produção de algodão em caroço e porcentagem de fibra de cada genótipo, calcula-se a produtividade do algodão em pluma para cada genótipo em quilogramas por hectares ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$);
- P1C (Peso de um Capulho): obtido pelo peso médio de 20 capulhos (Amostra padrão) coletados na área útil da parcela no período da colheita;

3.2.2.2. Características Tecnológicas de Fibra

- UHM (Comprimento de Fibra): Refere-se ao comprimento da metade superior da amostra de fibra expresso em milímetros;
- STR (Resistência de Fibra à Ruptura, gf/tex): Trata-se da resistência específica à ruptura de um feixe fibroso, calculando-se a finura das fibras individuais (tex) a partir do valor micronaire;
- MIC (Micronaire): É um índice através do qual se verifica o comportamento e resistência ao ar de uma massa fibrosa definida em fluxo de ar a uma pressão constante;
- Reflectância (RD): é um índice do brilho da amostra. Uma amostra opaca pode indicar que a fibra foi danificada por um ataque microbiano ou sofreu danos pela chuva;
- Fiabilidade (CSP): Refere-se ao parâmetro americano de resistência de fio, que tem como base a verificação da resistência de uma meada.

3.2.3. Análises de variância individual e conjunta

Para a avaliação da variabilidade genética entre os tratamentos (Testemunhas e Linhagens) foi realizada uma análise de variância para cada ambiente (análises individuais). As análises de variância individuais, referentes

aos ensaios de VCU, foram realizadas segundo o modelo geral (1), conforme Cruz (2006). Para as análises foi utilizado o teste F a 5% de probabilidade.

$$Y_{ij} = m + l_i + b_j + e_{ij} \quad (1)$$

Em que,

Y_{ij} : valor fenotípico do genótipo i no bloco j ;

M : média geral;

l_i : efeito da linhagem i ($i = 1, 2, \dots, 17$);

b_j : efeito do bloco j ($j = 1, 2, 3, 4$);

e_{ij} : erro experimental.

Tabela 2. Esquema de análise de variância individual e teste F referente ao modelo (1).

FV	GL	QM	F
BLOCOS	$j-1$	Q1	Q1/Q2
GENÓTIPOS	$i-1$	Q2	Q2/Q3
ERRO	$(i*j)-1$	Q5	

A análise de variância conjunta foi realizada conforme Ramalho et al. (2012), considerando os efeitos de genótipos como fixos e ambientes aleatórios representados pelo seguinte modelo (2).

$$Y_{ijq} = m + g_i + l_q + b(q)_j + (gl)_{iq} + e(q)_{ij} \quad (2)$$

Em que,

m : média geral

g_i : efeito fixo do genótipo i ($i = 1, 2, \dots, 17$);

l_q : efeito aleatório do local q ($q = 1$ a 4);

$b(q)_j$: efeito do bloco j dentro do local q ($j = 1, 2, 3, 4$);

$(gl)_{iq}$: efeito da interação linhagens i e locais q ; $e(q)_{ij}$;

ij : erro experimental.

Tabela 3. Esquema de análise de variância conjunta e teste F referente ao modelo (2). Efeitos fixos de genótipos e aleatórios de ambientes..

FV	GL	QM	E (QM)	F
Blocos (B) e Ambientes (A)	a(r-1)	Q1	$\sigma E^2 + g \sigma B^2 B$	Q1/Q5
A	a-1	Q2	$\sigma E^2 + g \sigma B^2 B + b g \sigma^2 A$	Q2/Q1
Genótipos	g-1	Q3	$\sigma E^2 + b \frac{g}{g-1} \sigma^2 G A + b l$ V_G	Q3/Q4
G x A	(g-1)*(a-1)	Q4	$\sigma E^2 + b \frac{g}{g-1} \sigma^2 G A$	Q4/Q5
Erro	r(b-1)*(g-1)	Q5	σE^2	

Foi utilizado o teste de Scott e Knott (1974) a 5% de probabilidade para agrupamento das médias obtidas nas análises. Todas as avaliações citadas foram efetuadas por meio do pacote computacional GENES versão 1990.2018.49 (CRUZ, 2013).

3.3. Análises de adaptabilidade e Estabilidade Fenótipica

Para a realização desta análise utilizou-se os dados obtidos para as variáveis PAC e PAP. Foi considerado que a combinação de ano e local representa um ambiente. Assim, foram avaliados o desempenho dos genótipos de algodão em cinco ambientes: Ambiente 1 – Alagoinha, 2020; Ambiente 2 – Barbalha, 2020; Ambiente 3 – Serra Talhada, 2020; Ambiente 4 – Alagoinha, 2021 e Ambiente 5 – Missão Velha, 2021. As análises de adaptabilidade e estabilidade foram realizadas utilizando-se o programa GENES versão 1990.2018.49 (CRUZ, 2013). A análise GGE, assim como a plotagem do gráfico com o primeiro e segundo componentes principais (biplot) foram realizadas por meio dos pacotes Agricolae e GGEGui implementados no software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014).

Foram estimados os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, adotando-se os métodos de Eberhart e Russell (1966), Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998), Annicchiarico (1992) e GGE Biplot (YAN et al.,

2000), Pretendendo selecionar genótipos mais adaptados e estáveis aos ambientes avaliados.

Eberhart e Russell (1966): Esse método baseia-se na análise de regressão linear simples. A adaptabilidade e estabilidade são expressas pela média, a resposta linear à variação ambiental e o desvio da regressão para cada genótipo. O modelo que expressa o método está representado pela equação (3).

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{li} + I_j + \delta_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij} \quad (3)$$

Em que,

Y_{ij} : média do genótipo i no ambiente j ;

β_{0j} : média do genótipo i em todos os ambientes;

β_{li} : coeficiente de regressão linear, que descreve a resposta do genótipo i em todos os ambientes;

I_j : índice ambiental;

δ_{ij} : desvio da regressão do genótipo i no ambiente j ;

ϵ_{ij} : erro associado à média.

Lin e Binns (1988), modificado por Carneiro (1998): O método de Lin e Binns (1988) foi modificado por Carneiro (1998) e, entre os métodos propostos por esse autor, foi utilizado o original com decomposição de P_i nas partes relativas a ambientes favoráveis e desfavoráveis. As estimativas de P_i e as decomposições P_{if} e P_{id} foram obtidas através das equações (4), (5) e (6), respectivamente.

Em que,

P_i : estimativa do parâmetro de adaptabilidade e estabilidade do genótipo i ;

P_{if} e P_{id} : estimadores do parâmetro de adaptabilidade e estabilidade dos locais favoráveis e desfavoráveis, respectivamente;

α : número de ambientes;

f e d : número de locais favoráveis e desfavoráveis;

Y_{ij} : produtividade do genótipo i no ambiente j ;

M_j : resposta máxima observada entre todos os genótipos no ambiente j ;

Annicchiarico (1992): O índice de confiança l_i para cada cultivar é dado através da equação (7). O índice também foi calculado para os ambientes favoráveis e desfavoráveis, tendo como coeficiente de confiança $\alpha = 0,25$ (75%).

$$l_i = \bar{Y}_i - Z(1-\alpha)S_i \quad (7)$$

Em que,

l_i : índice de confiança (%);

\bar{Y}_i : média geral do genótipo i em porcentagem;

Z : percentual $(1-\alpha)$ da função de distribuição normal acumulada;

α : nível de significância;

S_i : desvio padrão dos valores percentuais.

· GGE Biplot (YAN et al., 2000): O estudo de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos pela metodologia GGE foi realizado a partir do modelo (8), segundo Yan et al. (2000):

$$Y_{ij} - y_j = y_1\epsilon_{i1}p_{j1} + y_2\epsilon_{i2}p_{j2} + \epsilon_{ij} \quad (8)$$

Em que,

Y_{ij} : representa a produtividade média da população de ordem i no ambiente de ordem j ;

y_j : média geral dos genótipos no ambiente j ;

$y_1\epsilon_{i1}p_{j1}$: primeiro componente principal (PC1);

$y_2\epsilon_{i2}p_{j2}$: segundo componente principal (PC2);

y_1 e y_2 : são os valores próprios associados a IPCA1 e IPCA2, respectivamente;

ϵ_1 e ϵ_2 : são os valores do PC1 e PC2, respectivamente, do genótipo de ordem i ;

p_{j1} e p_{j2} : são os valores do PC1 e PC2, respectivamente, para o ambiente de ordem j ;

ϵ_{ij} : é o erro associado com o modelo do i ésimo genótipo e j -ésimo ambiente.

Foram realizadas as comparações entre as metodologias de Eberhart e Russell (1966), Lin e Binns (1988) e a de Annicchiarico (1992) através da correlação classificatória de Spearman, segundo Steel e Torrie (1980). As comparações foram realizadas baseando-se no coeficiente de regressão (β_1), e nos valores de P_i e W_i , obtidos para as médias gerais das variáveis PAC e PAP.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análises de variância individuais.

O resumo das análises de variância individuais para as características agronômicas e tecnológicas de fibra dos cinco ambientes encontra-se na Tabela 4. Por meio do teste F constatou-se que os genótipos apresentaram comportamentos distintos ($p \leq 0,01$; $p \leq 0,05$) dentro dos ambientes B (Barbalha, 2020) e E (Missão Velha, 2021), evidenciando que os mesmos apresentaram variabilidade para as características avaliadas, Já nos ambientes A (Alagoinha, PB 2020), C (Serra Talhada, PE 2020), D (Alagoinha, PB 2021), os genótipos não apresentaram diferenças significativas apenas para as características PAC e PAP.

Os coeficientes de variação (CV %) para PAC oscilaram entre 27,88% (Serra Talhada, 2020) e 16,57% (Barbalha, 2020), com média de 20,15%. Para o PAP oscilaram entre 28,62% (Serra Talhada, 2020) e 16,35% (Barbalha, 2020), com média de 20,45%. O coeficiente de variação é uma estatística muito usada nos trabalhos técnico-científicos e, na definição de Pimentel Gomes (1985) é uma medida de dispersão que expressa percentualmente o desvio padrão por unidade média.

O coeficiente de variação dá uma ideia da precisão experimental, tendo-se por base os coeficientes encontrados nos ensaios de campo podem-se classificar em baixos, quando inferiores a 10%, médios quando variam de 10-20%, altos quando variarem de 20-30% e muito altos quando forem superiores a 30% (CARGNELUTTI FILHO; STORCK, 2007 e PIMENTEL GOMES, 2000).

Partindo dessa classificação o CV% das características PAC e PAP para o ambiente C (Serra Talhada, 2020), foi considerado alto superando os 20%. Esses resultados podem refletir algumas variações que ocorreram durante a condução do experimento, por se tratar de variáveis de natureza quantitativa sofrem bastante influência do ambiente, sendo assim, valores variando de 10-20% são esperados.

Em um programa de melhoramento de plantas o melhorista se preocupa em saber se determinado coeficiente de variação é em particular é excessivamente alto ou baixo e procura compará-los com dados similares (STEEL et al., 1997). Todas as demais características avaliadas (PF, P1C, UHM, STR, MIC, RD e CSP), obtiveram nos cinco ambientes valores de CV% inferiores a 10%, foram considerados baixos e de boa precisão experimental (PIMENTEL GOMES, 2000). Tais resultados estão de acordo com aqueles obtidos em experimentos conduzidos com a cultura do algodoeiro na região semiárida por Silva (2016), Queiroz et al. (2017), Silva (2019) e Carneiro (2021).

Tabela 4. Resumo da Análise de Variância Individual para as características: Produtividade de algodão em caroço (PAC – kg/ha); Porcentagem de Fibra (PF - %); produtividade de algodão em pluma (PAP); peso de um capulho (P1C); Comprimento de Fibra (UHM); Resistência de Fibra (STR); Micronaire (MIC) Reflectância (RD) e Fiabilidade (CSP), de 18 genótipos de algodoeiro avaliados nos ambientes Alagoinha 2020; Barbalha 2020; Serra Talhada 2020; Alagoinha 2021; Missão Velha 2021.

FV	Quadrados Médios – Alagoinha, 2020 (A)									
	GL	PAC	PF*	PAP	P1C	UHM	STR	MIC	RD	CSP
Blocos	3	15929514,72	0,5102	2835311,22	0,21	0,46	0,49	0,08	6,02	21493,79
Genótipos	17	419039,76 ^{ns}	10,07**	70347,24 ^{ns}	0,64**	10,85*	15,16**	0,26**	15,43**	340883,35**
Resíduo	51	385112,1319	0,93	67452,37	0,11	0,83	1,44	0,01	4,01	29928,09
Média		3225,36	42,11	1356,75	5,80	29,85	33,77	4,5	76,1	3109,60
CV(%)		19,24	2,3	19,14	5,72	3,06	3,56	2,48	2,63	5,56

FV	Quadrados Médios Barbalha, 2020 (B)									
	GL	PAC	PF*	PAP	P1C	UHM	STR	MIC	RD	CSP
Blocos	3	387086,01	0,84	91720,47	0,40	1,09	4,54	0,01	1,32	15581,83
Genótipos	17	1196722,83*	12,37**	254175,42**	0,62**	10,36**	15,23**	0,26**	8,09**	302464,94**
Resíduo	51	556482,69	0,43	98088,31	0,15	1,00	2,55	0,02	1,64	48832,74
Média		4501,48	42,11	1915,49	5,85	30,72	33,35	4,38	79,04	3151,08
CV(%)		16,57	1,55	16,35	6,76	3,27	4,79	3,33	1,62	7,01

FV	Quadrados Médios Serra Talhada, 2020 (C)									
	GL	PAC	PF*	PAP	P1C	UHM	STR	MIC	RD	CSP
Blocos	3	779623,92	8,06	186602,27	0,09	3,33	3,50	0,02	3,33	104592,01
Genótipos	17	308667,56 ^{ns}	18,54**	70793,50 ^{ns}	0,45**	7,95**	16,53**	0,23**	8,51**	243593,25**
Resíduo	51	438686,75	2,83	81032,06	0,18	1,05	2,68	0,04	2,16	43045,68
Média		2375,8	41,81	994,77	4,78	29,9	33,55	4,35	78,48	3138,31
CV(%)		27,88	4,03	28,62	8,89	3,44	4,88	4,66	1,88	6,61

Continuação da tabela 4

FV	Quadrados Médios –Alagoinha, 2021 (D)									
	GL	PAC	PF*	PAP	PIC	UHM	STR	MIC	RD	CSP
Blocos	3	3694013,57	0,90	643899,67	0,01	1,10	2,83	0,04	2,0563	4967,37
Genótipos	17	568068,19 ^{ns}	17,75**	111800,52 ^{ns}	0,94**	10,26**	9,21**	0,22**	5,24**	244433,00**
Resíduo	51	359356,41	1,06	64947,00	0,08	1,57	1,23	0,03	1,75	53868,66
Média		3024,69	42,16	1274,65	5,27	30,87	34,45	4,61	77,99	3230,39
CV(%)		19,82	2,45	19,99	5,42	4,07	3,23	4,31	1,7	7,18

FV	Quadrados Médios - Missão Velha, 2021 (E)									
	GL	PAC	PF*	PAP	PIC	UHM	STR	MIC	RD	CSP
Blocos	3	84125,08	5,57	16704,71	0,60	1,99	1,33	0,04	2,43	11703,56
Genótipos	17	222350,86*	19,41**	45038,75*	0,82**	9,09**	10,51**	0,21**	3,50**	220467,38**
Resíduo	51	113628,89	0,76	19708,62	0,19	0,96	2,94	0,03	1,19	41900,77
Média		1953,66	39,50	771,92	5,20	32,21	32,03	4,05	81,04	3345,46
CV(%)		17,25	2,21	18,19	8,44	3,05	5,36	4,34	1,35	6,12

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns não-significativo pelo teste F.

4.2. Análise de variância conjunta

Antes da realização da análise conjunta dos dados, verificou-se a relação entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo da análise de variância individual. O valor observado não excedeu a relação 7:1, sendo assim, as variâncias residuais foram homogêneas, permitindo, a realização da análise conjunta dos ensaios (PIMENTEL GOMES, 2000; BANZATTO e KRONKA, 2006).

Os resultados da análise de variância conjunta encontram-se na Tabela 5. Os CV's da análise conjunta foram de 20,18%, 2,64%, 20,38%, 7,06%, 3,40%, 4,41%, 3,89%, 1,87%, 6,53% para as características PAC, PF, PAP, P1C, UHM, STR, MIC, RD, CSP, respectivamente. De maneira geral esses valores demonstram alta precisão experimental do conjunto de ensaios (PIMENTEL GOMES, 2000).

A média geral de PAC, PF e PAP nos ensaios foi de 3016,20 kg/ha, 41,63% e 1262,72 kg/ha, respectivamente. Esses resultados demonstram o alto potencial produtivo dos genótipos nos ambientes avaliados.

Observa-se ainda na Tabela 5, os valores do coeficiente de determinação genotípica (CDG %). Segundo Yocomizo e Vello (2000), as estimativas do coeficiente de herdabilidade ou do coeficiente de determinação genotípica são importantes para a escolha de uma estratégia eficaz de seleção. Quando os tratamentos são considerados fixos, a herdabilidade é denominada coeficiente de determinação genotípica. Com exceção de PAC (55,87%) e PAP(66,76%), os valores de CDG(%) foram superiores a 90%, chegando a atingir mais de 97% para PF, UHM e MIC. O CDG (%) é um indicador importante em trabalhos de melhoramento genético, já que ele indica a precisão por meio da qual o valor fenotípico representa o valor genético do indivíduo (PASSOS et al., 2007).

De acordo com Bonifácio et al. (2015), para a maioria das culturas e características valores acima de 70% são considerados desejáveis e possibilitam ganhos expressivos de seleção. Outras estimativas de CDG (%) para diversas características do algodoeiro foram observadas por Khan et al. (2010), superior

a 60%, Resende et al. (2014), superior a 70%, Albuquerque (2017), entre 20 a 90% e Silva (2018), 30 a 80%.

De acordo com (Falconer & Mackay, 1996; Carvalho et al., 2015) Quanto maior a herdabilidade, maior deve ser o ganho genético com a seleção. Outras estimativas de CDG para diversas características de algodoeiro foram observadas por Khan et al. (2010), superior a 60%, Albuquerque, (2017), entre 20 e 90% , Silva (2019) entre 80 a 90% ,Resende et al. (2014), superior a 70% e Silva (2018), entre 30 e 80%.

As estimativas da análise conjunta demonstraram efeitos significativos ($p \leq 0,01$; $p \leq 0,05$) para as fontes de variação genótipo e para interação GxA em relação a todos os caracteres avaliados. O comportamento diferenciado dos genótipos diante da significância da interação indicou a necessidade de realizar um estudo da adaptabilidade e estabilidade desses genótipos para a seleção dos mais previsíveis e adaptáveis ao serem submetidos a variações ambientais.

Tabela 5. Resumo da Análise de Variância Conjunta dos ensaios de VCU para as características: Produtividade de algodão em caroço (PAC – kg/ha); Porcentagem de Fibra (PF - %); produtividade de algodão em pluma (PAP); peso de um capulho (P1C); Comprimento de Fibra (STR); Micronaire (MIC) Reflectância (RD) e Fiabilidade (CSP), de 18 genótipos de algodoeiro avaliados nos ambientes Alagoinha 2020; Barbalha 2020; Serra Talhada 2020; Alagoinha 2021; Missão Velha 2021.

FV	QUADRADOS				MÉDIOS					
	GL	PAC	PF	PAP	P1C	UHM	STR	MIC	RD	CSP
BLOCO / AMB	15	4174872,66	3,17	754847,67	0,26	1,60	2,54	0,04	3,03	31667,71
BLOCOS	3	2569955,57	0,46	511890,21	0,17	0,58	2,06	0,01	1,30	34185,00
BL x AMB	12	4576101,93	3,85	815587,03	0,28	1,86	2,66	0,05	3,47	31038,39
GENÓTIPOS	17	839958,62**	66,07**	199317,12**	2,67**	42,36**	57,33**	1,00**	22,10**	1131817,61**
AMBIENTES	4	68201354,72**	106,97**	13459847,89**	14,51**	66,03**	56,21**	3,16**	229,87**	653879,62**
GEN x AMB	68	468722,64**	3,02**	88209,58**	0,20*	1,54*	2,34**	0,05**	4,67**	55006,08**
RESÍDUOS	255	370653,37	1,20	66245,67	0,14	1,09	2,17	0,03	2,16	43515,19
MÉDIAS		3016,20	41,63	1262,72	5,38	30,71	33,43	4,38	78,53	3194,97
CV (%)		20,18	2,64	20,38	7,06	3,40	4,41	3,89	1,87	6,53
CDG ⁽¹⁾ (%)		55,87	98,17	66,76	94,60	97,43	96,20	97,11	90,24	96,15

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ^{ns} não-significativo pelo teste F; ⁽¹⁾Coeficiente de determinação genotípico.

4.3. Comparações de médias

As comparações de médias das variáveis produtividade de algodão em caroço (PAC), percentagem de fibra (PF), produtividade de algodão em pluma (PAP), peso de um capulho (P1C), comprimento de fibra (UHM), resistência de fibra (STR), micronaire (MIC), reflectância (RD), fiabilidade (CSP), através do teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade para cada local avaliado nos ensaios de 2020 e 2021, encontram-se nas Tabelas 1A a 5A (**APÊNDICE**) e o agrupamento de médias com o ranking dos genótipos no conjunto dos cinco ambientes são observados na Tabela 6.

Verifica-se que de maneira geral, todas as variáveis apresentaram diferenças significativas com formação de grupos em todos ambientes avaliados, com exceção para PAC (Ambiente 2 – Barbalha, CE 2020 – Tabela 2A); PAC e PAP (Ambiente 3 – Serra Talhada, PE, 2020 - Tabela 3A) e PAC (Ambiente 5 – Missão Velha, CE 2021 – Tabela 5A).

As médias obtidas de PAC e PAP por local respectivamente foram as seguintes: Alagoinha-PB,2020 (3225,56 e 1356,75 kg/ha); Barbalha-CE,2020(4501,48 e 1915, 49 kg/ha);Serra Talhada-PE, 2020(2375,80 e 994,77 kg/ha); Alagoinha-PB,2021(3024,69 e 1274,65 kg/ha) e Missão Velha-CE, 2021 (1953,66 e 771,92 kg/ha).(Tabelas 1A a 5A do **APÊNDICE**)

Os valores de PF e UHM, apresentaram pouca variação e foram próximos a 40% e 30 mm, respectivamente, nos cinco ambientes avaliados. Estes valores obtidos são considerados aceitáveis para as condições do bioma Caatinga. Resultados semelhantes também foram obtidos por Vasconcelos (2016a); Vasconcelos (2016b); Queiroz (2017); Silva (2019) e Carneiro (2021).

Para os valores médios de P1C, todas as cultivares obtiveram valores acima de 5,00 g. No ambiente 4 Alagoinha (2021) foram observados os maiores valores médios para STR (34,35 gf/tex) e CSP (3230,39). Nos ambientes 1 e 4 Alagoinha (2020 e 2021), a média geral do índice MIC exibiu valores de melhor desempenho (4,61 e 4,50, respectivamente). Todos os ambientes apresentaram RD superior a 76%, altos valores de RD indicam fibras mais claras. (ZELIWEGER USTER, 1992).

Na Tabela 6, verifica-se que na avaliação conjunta dos 5 ambientes, não houve diferenças significativas ($p \leq 0,01$; $p \leq 0,05$) para as variáveis PAP, PAC, e STR. Com relação à variável PF foram formados quatro grupos pelo teste de Scott-Knott (1974). As linhagens de destaque no agrupamento foram CNPA BA 2016-1299; CNPA BA 2015-1754 FL; CNPA BA 2016-3788; CNPA BA 2016-1274; CNPA BA 2016-1382; CNPA BA 2016-1294; CNPA BA 2015-1583; CNPA BA 2016-696; BRS 416; FM 910; CNPA BA 2015- 1575FL e CNPA BA 2015-2163 FL.

A média geral desse trabalho foi de 41,63% comparando com outros experimentos conduzidos na região do semiárido, esse valor foi superior aos relatados por Carneiro (2021) onde a média geral foi de 41,0% Carvalho et al (2019), relatam que obtiveram média geral de 38,93% que também foi superior ao relatado por Albuquerque et al. (2020), que obtiveram média geral de 35,91%. De acordo com Carvalho et al. (2005) a porcentagem de fibra é fundamental para o produtor, porque é a parte da produção comercializada com maior valor econômico. São desejáveis cultivares com alta porcentagem de fibra. As linhagens CNPA BA 2016-1060 FL; CNPA BA 2015-2353 FL; CNPA BA 2013-1958 FL; CNPA BA 2016-316; CNPA GO 2011-48 FL e a testemunha BRS 336 apresentaram os menores valores de PF, todas elas foram inferiores à média geral (40%).

Para P1C, houve a formação de três grupos sendo as maiores médias obtidas pelos genótipos BRS 336 (6,31g), FM 910 (5,75g) e CNPA GO 2011-48 FL (5,74g) segundo Carvalho et al (2015) o peso de médio de um capulho é um componente da produção associado com a porcentagem da fibra.

Com relação às características de UHM, os valores variaram de 28,66 mm na linhagem CNPA BA 2016-1299 e 33,09 mm na testemunha BRS 336 e a média geral foi de 30,71 mm, BRS 336; CNPA BA 2015- 1575FL; CNPA BA 2016-1060 FL; CNPA BA 2015-2353 FL e CNPA BA 2013-1958 FL apresentaram as maiores médias de comprimento de fibra classificado como fibra longa (>32 mm). Médias inferiores foram encontradas por Carneiro (2021) 29,9 mm: Carvalho et al., (2019): 30,84 mm; e por Silva (2019): 30,08, em estudos semelhantes realizados na região semiárida. A medição do comprimento das fibras é de grande importância no que diz respeito à avaliação das características que determinarão sua transformação em fio assim como suas propriedades

finais enquanto fio e, até mesmo, enquanto tecido acabado. Para a indústria têxtil o comprimento adequado deve ser superior a 30 mm (VIDAL NETO e FREIRE, 2013). Os genótipos CNPA BA 2016-696 (29,82 mm) CNPA BA 2015-1583 (29,49 mm) CNPA BA 2016-1382 (29,45 mm) CNPA BA 2016-1294 (29,35 mm) CNPA BA 2016-1274 (29,29 mm) CNPA BA 2016-3788 (29,20 mm) BRS 416 (29,19 mm) CNPA BA 2016-1299 (28,66 mm) não superaram o valor preconizado pela indústria, porém mesmo assim ainda obtiveram desempenhos satisfatórios para as demais características de fibra

Tabela 6. Médias das variáveis agrônômicas e tecnológicas de fibra dos genótipos avaliados nos ensaios de VCU, classificadas segundo o teste de Scott e Knott (1974) e seus respectivos rankings (R): Produtividade de algodão em caroço (PAC – kg/ha); Porcentagem de Fibra (PF - %); produtividade de algodão em pluma (PAP); peso de um capulho (P1C); Comprimento de Fibra (UHM); Resistência de Fibra (STR); Micronaire (MIC) Reflectância (RD) e Fiabilidade (CSP).

GENÓTIPOS	PAC	R	PF	R	PAP	R	P1C	R	UHM	R	STR	R	MIC	R	RD	R	CSP	R
BRS 336 ^(T)	3183,75a	4°	36,32 a	18°	1167,82a	15°	6,31a	1°	33,09a	1°	36,04a	1°	4,38b	11°	79,13a	6°	3535a	12°
BRS 416 ^(T)	2847,31a	14°	42,06a	9°	1202,72a	11°	4,92b	17°	29,19a	17°	31,05a	16°	4,80a	1°	76,11b	18°	2902b	16°
FM 910 ^(T)	3225,25a	3°	41,65a	10°	1355,91a	4°	5,75b	2°	30,52a	10°	34,05a	7°	4,45b	8°	79,98a	2°	3140b	9°
CNPA GO 2011-48 FL	3125,19a	8°	39,74a	17°	1249,15a	10°	5,74b	3°	30,70a	9°	31,48a	15°	4,20c	13°	78,83a	9°	3077b	11°
CNPA BA 2013-1958 FL	2871,06a	13°	40,56a	15°	1173,80a	14°	4,82b	18°	32,01a	5°	35,01a	4°	4,07c	18°	77,91b	13°	3479a	4°
CNPA BA 2015- 1575FL	2871,19a	12°	41,34a	11°	1190,74a	12°	5,54b	6°	32,88a	2°	35,85b	2°	4,08c	17°	80,13a	1°	3599a	1°
CNPA BA 2015-1754 FL	3165,31a	6°	43,41b	2°	1378,61a	2°	5,24b	13°	31,77a	6°	34,17b	6°	4,56b	4°	77,04b	17°	3288a	6°
CNPA BA 2015-2353 FL	2772,94a	15°	40,80b	14°	1137,01a	17°	4,99b	15°	32,26a	4°	34,83b	5°	4,12c	15°	78,58a	10°	3466a	5°
CNPA BA 2015-2163 FL	3167,75a	5°	41,01b	12°	1305,94a	9°	5,17c	14°	31,24b	8°	33,33b	11°	4,11c	16°	78,94a	8°	3269a	8°
CNPA BA 2015-1583	2707,69a	17°	42,25b	7°	1149,51a	16°	4,94c	16°	29,49b	12°	32,76b	12°	4,48b	7°	79,38a	4°	3049b	13°
CNPA BA 2016-1060 FL	2673,31a	18°	40,89c	13°	1094,45a	18°	5,31c	10°	32,43b	3°	35,80b	3°	4,16c	14°	79,24a	5°	3487a	3°
CNPA BA 2016-316	3297,69a	1°	40,45c	16°	1339,17a	6°	5,63c	4°	31,47b	7°	33,80c	8°	4,42b	9°	79,04a	7°	3274a	7°
CNPA BA 2016-696	3143,56a	7°	42,20c	8°	1335,51a	8°	5,24c	12°	29,82b	11°	32,22c	14°	4,51b	5°	78,55a	11°	3024b	15°
CNPA BA 2016-1274	2742,63a	16°	43,12c	4°	1186,66a	13°	5,48c	7°	29,29b	15°	33,71c	9°	4,51b	6°	77,81b	14°	3106b	10°
CNPA BA 2016-1294	3261,31a	2°	42,86c	6°	1409,17a	1°	5,63c	5°	29,35b	14°	32,45c	13°	4,63a	3°	77,46b	16°	3031b	14°
CNPA BA 2016-1299	3076,31a	10°	44,48c	1°	1375,62a	3°	5,30c	11°	28,66b	18°	31,02c	17°	4,39b	10°	78,21b	12°	2887b	17°
CNPA BA 2016-1382	3095,75a	9°	42,87c	5°	1340,58a	5°	5,33c	9°	29,45b	13°	33,34c	10°	4,70a	2°	79,55a	3°	3055b	12°
CNPA BA 2016-3788	3063,56a	11°	43,25d	3°	1336,49a	7°	5,48c	8°	29,20b	16°	30,84c	18°	4,26c	12°	77,65b	15°	2847b	18°
MÉDIAS	3016,20		41,63		1262,72		5,38		30,71		33,43		4,38		78,53		3195	

^(T) Testemunhas; Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott (1974).

Com relação ao índice de micronaire (MIC) foram formados de três grupos de médias os menores valores (desejáveis) foram obtidos pelos genótipos CNPA BA 2013-1958 FL (4,07), CNPA BA 2015- 1575FL (4,08), CNPA BA 2015-2163 FL (4,11) CNPA BA 2015-2353 FL (4,12), CNPA BA 2016-1060 FL (4,16) e CNPA GO 2011-48 FL (4,20) . Ao contrário do que acontece com as demais características onde busca-se destacar os genótipos que obtiveram os maiores resultados, ao se avaliar o caráter micronaire os valores aceitáveis são aqueles compreendidos entre 3,9 a 4,2 (FARIAS et al., 2015). A média geral foi de 4,38, bem próximo aos valores (desejáveis), e inferiores aos relatados por Carneiro (2021) 4,70 em condições semiáridas.

Quanto ao índice micronaire refere-se a finura de fibra, ele estima a quantidade de fibras que irá compor a seção transversal do fio e, portanto, sua resistência e regularidade em função do comprimento. Índices superiores a 5,0 indicam fibras muito grossas; (VASCONCELOS, 2016). No entanto, índices de micronaire menores que 3,5 estão relacionados a fibras imaturas, (KLJUN ET AL., 2014). Sua medição é importante pois garante o estabelecimento do valor do algodão, constituindo-se, inclusive, em um critério de seleção na produção de fios (FONSECA e SANTANA, 2002).

O grau de reflexão (RD) está ligado ao conteúdo de cinza da amostra a ser analisada e se refere ao grau de reflexão (RD) da luz que é refletida pela amostra. Quanto mais branco for o algodão, maior será seu grau de reflexão (FONSECA e SANTANA, 2002). Na Tabela 6, observa-se que o RD variou de 76,11 BRS 416 a 80,13 CNPA BA 2015- 1575FL. A média geral foi de 78,53, indicando um valor aceitável pelo setor têxtil. Os maiores valores (desejáveis) foram obtidos pelos genótipos CNPA BA 2015- 1575FL; FM 910; CNPA BA 2016-1382; CNPA BA 2015-1583 e CNPA BA 2016-696.

Quanto ao índice CSP, que determina a fiabilidade dos fios, verificou-se a formação de dois grupos e todos os genótipos avaliados apresentaram valores superiores a 2846,85. A média geral foi de 3194,97, valor superior ao relatado por Carvalho et al., (2019) (3001,14), Silva (2019) (2893) e Carneiro (2021) (2770). As maiores médias foram obtidas pelos genótipos: CNPA BA 2015-

1575FL (3599), BRS 336 (3533), CNPA BA 2016-1060 FL (3487) e CNPA BA 2015-2353 FL (3466). Essa característica é relevante pois é um indicador da resistência dos fios, que depende essencialmente das fibras individuais. As exigências da indústria têxtil, é ideal que o índice de fiabilidade atinja valores superiores a 2000 (FUNDAÇÃO MT, 1999). Os genótipos BRS 416, CNPA BA 2016-1299 e CNPA BA 2016-3788 apresentaram os menores valores, mas, mesmo assim, seus desempenhos são aceitáveis (2846,85 a 2902,10) de acordo com a classificação de Fonseca e Santana (2002). De modo geral, a maioria dos genótipos avaliados obteve altos valores médios para características agronômicas e padrões de qualidade de fibra dentro dos exigidos pela indústria têxtil.

4. Análises de adaptabilidade e estabilidade.

4.4.1. Metodologia de Eberhart e Russell (1966)

Encontram-se na Tabela 7, as estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade segundo a metodologia de Eberhart e Russell (1966). O parâmetro σ^2_{di} mensura a variância dos desvios da regressão e avalia a capacidade da cultivar apresentar comportamento previsível em função do estímulo ambiental. O parâmetro β_1 é o coeficiente da regressão linear, que indica a adaptabilidade do material. São considerados de adaptabilidade ampla os genótipos que apresentarem $\beta_1 = 1$; adaptabilidade específica a ambientes favoráveis, aqueles com β_1 maior que 1; e adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis, aqueles com β_1 menor que 1. O parâmetro R^2 é o coeficiente de determinação, ele estima a previsibilidade do genótipo nos vários ambientes (SILVA, 2020).

A cultivar adaptada e estável, segundo este método, é a que apresenta produtividade média alta, $\beta_1 = 1$ e $\sigma^2_{di} = 0$, respectivamente (HOOPERHEIDE et al., 2007; RAMALHO et al., 2012).

Com relação ao coeficiente de regressão ($\beta_1 = 1$) avaliado para PAC e PAP, verifica-se que 89% dos genótipos avaliados apresentaram adaptabilidade ampla, ou seja, β_1 igual a unidade (não significativo). Destes, 11 obtiveram PAC

e PAP acima da média geral (3016,20 kg/ha) e (1262,71 kg/ha), respectivamente. Tais resultados indicam que a maioria dos genótipos avaliados apresenta adaptabilidade ampla.

Observa-se ainda que o genótipo CNPA BA 2016-1382 ($\beta_1 = 1,59^*$ e $1,68^*$) apresentou estimativa de β_1 superior à unidade, indicando adaptabilidade específica para ambientes favoráveis. Enquanto o genótipo CNPA BA 2015-1583 ($\beta_1 = 0,47^*$ e $0,51^{**}$) apresentou estimativa de β_1 inferior à unidade, indicando adaptabilidade específica para ambientes desfavoráveis.

Em relação à estabilidade ou previsibilidade dos genótipos avaliados, medida pelos desvios da regressão, constata-se que todos os genótipos apresentaram alta estabilidade ($\sigma^2_{di} = 0$) para PROD e PRODF. Analisando-se o coeficiente de determinação (R^2), que estima também a previsibilidade dos genótipos nos vários ambientes, observa-se que com exceção do genótipo CNPA BA 2015-1583 (68,57 e 72,58%), os demais obtiveram valores superiores a 80% indicando alta previsibilidade de comportamento. No presente estudo, considerou-se apenas as estimativas de β_1 e ζ^2_{di} , para a identificação de genótipos adaptados e estáveis, porém, cabe salientar que, assim como a análise dos desvios da regressão (σ^2_{di}) o coeficiente de determinação (R^2) também pode auxiliar na interpretação da estabilidade, validando a cultivar como estável para as condições das regiões avaliadas (PINTHUS, 1973).

Os genótipos que se destacaram devido à estabilidade ($\zeta^2_{di} = 0$), ampla adaptação ($\beta_1 = 1$), alta previsibilidade de comportamento e elevados valores para PROD e PRODF foram: CNPA BA 2016-1294; CNPA BA 2015-1754 FL; FM 910 e CNPA BA 2016-316, estes materiais seriam os mais recomendados de acordo com a metodologia de Eberhart e Russell (1966).

Merece destaque o desempenho das linhagens CNPA BA 2016-1299; CNPA BA 2015-2163 FL e a testemunha BRS 336 que apresentaram ampla adaptabilidade ($\beta_1 = 1$), são estáveis ($\zeta^2_{di} = 0$) e obtiveram adequados valores de PROD e PRODF superiores à média dos 5 ambientes. Convém ressaltar também o desempenho da linhagem CNPA BA 2016-1382 que possuem adaptabilidade para ambientes favoráveis ($\beta_1 > 1$) e ampla previsibilidade de produção ($\zeta^2_{di} = 0$).

A identificação de genótipos que associe elevada produtividade e consiga melhorar em resposta às condições ambientais desfavoráveis ($\beta_1 < 1$) é de

fundamental importância para o sucesso do melhoramento do algodoeiro na região Nordeste, pois nestas localidades em que se emprega baixo nível tecnológico e que apresentam alta vulnerabilidade às condições climáticas, tais materiais podem ser selecionados e recomendados (SILVA, 2019).

Analisando-se o coeficiente de determinação (R^2), que estima a previsibilidade do genótipo nos vários ambientes, observa-se que os genótipos apresentaram alta previsibilidade de comportamento com valores superiores a 90%. No presente estudo, considerou-se apenas as estimativas de β_1 e σ^2_{di} , para a identificação de genótipos adaptados e estáveis. Porém, é importante salientar que, assim como a análise dos desvios da regressão (σ^2_{di}) o coeficiente de determinação (R^2) também pode auxiliar na interpretação da estabilidade, validando a cultivar como estável para as condições das regiões avaliadas (PINTHUS, 1973).

Tabela 7 . Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica segundo o método proposto por Eberhart e Russell (1966) para produtividade de algodão em caroço (PAC) e produtividade do algodão em pluma (PAP) de 18 genótipos de algodão avaliados em 5 ambientes do semiárido nordestino.

Genótipos	PAC				PAP			
	Média ⁽¹⁾	$\beta 1$ ⁽²⁾	$\sigma 2 di$ ⁽³⁾	R ² (%)	Média ⁽¹⁾	$\beta 1$ ⁽²⁾	$\sigma 2 di$ ⁽³⁾	R ² (%)
BRS 336 ^(T)	3183,75a	1.05 ^{ns}	-108897.77 ^{ns}	97,82	1167,82a	0,95 ^{ns}	17683.86 ^{ns}	96,89
BRS 416 ^(T)	2847,31a	0.78 ^{ns}	-101015.71 ^{ns}	95,18	1202,72a	0,80 ^{ns}	-21025.37 ^{ns}	97,59
FM 910 ^(T)	3225,25a	1.07 ^{ns}	115650.21 ^{ns}	85,05	1355,91a	1,08 ^{ns}	22253.93 ^{ns}	86,17
CNPA GO 2011-48 FL	3125,18a	0.91 ^{ns}	108351.66 ^{ns}	80,96	1249,15a	0,93 ^{ns}	13269.14 ^{ns}	85,18
CNPA BA 2013-1958 FL	2871,06a	0.92 ^{ns}	-99096.66 ^{ns}	96,39	1173,80a	0,90 ^{ns}	-20160.84 ^{ns}	97,69
CNPA BA 2015- 1575FL	2871,18a	1.08 ^{ns}	-111736.93 ^{ns}	98,14	1190,74a	1,04 ^{ns}	-22554.74 ^{ns}	99,10
CNPA BA 2015-1754 FL	3165,31a	0.92 ^{ns}	33139.01 ^{ns}	86,20	1378,60a	0,94 ^{ns}	10249.38 ^{ns}	86,25
CNPA BA 2015-2353 FL	2772,93a	1,00 ^{ns}	-42208.7 ^{ns}	92,83	1137,00a	0,96 ^{ns}	-10510.17 ^{ns}	94,14
CNPA BA 2015-2163 FL	3167,75a	1.23 ^{ns}	-138147.49 ^{ns}	99,90	1305,94a	1,20 ^{ns}	-20925.12 ^{ns}	98,88
CNPA BA 2015-1583	2707,68a	0.47**	-10710.89 ^{ns}	68,57	1149,50a	0,51**	-469.23 ^{ns}	72,58
CNPA BA 2016-1060 FL	2673,31a	0.77 ^{ns}	-121553 ^{ns}	97,65	1094,44a	0,75 ^{ns}	-21402.4 ^{ns}	97,52
CNPA BA 2016-316	3297,68a	1,10 ^{ns}	-105907.11 ^{ns}	97,85	1339,16a	1,05 ^{ns}	-18662.42 ^{ns}	97,78
CNPA BA 2016-696	3143,56a	1.08 ^{ns}	-92997.32 ^{ns}	96,96	1335,51a	1,09 ^{ns}	-13549.48 ^{ns}	96,28
CNPA BA 2016-1274	2742,62a	0.95 ^{ns}	-67072.47 ^{ns}	93,99	1186,65a	0,96 ^{ns}	-12621.73 ^{ns}	94,90
CNPA BA 2016-1294	3261,31a	0.79 ^{ns}	-87034.62 ^{ns}	93,84	1409,16a	0,86 ^{ns}	-12638.63 ^{ns}	93,79
CNPA BA 2016-1299	3076,31a	1,00 ^{ns}	-119277.39 ^{ns}	98,41	1375,62a	1,05 ^{ns}	-19428.91 ^{ns}	98,03
CNPA BA 2016-1382	3095,75a	1.59*	5978.98 ^{ns}	95,63	1340,58a	1,68 ^{ns}	7083.37 ^{ns}	95,26
CNPA BA 2016-3788	3063,56a	1.21 ^{ns}	-83381.06 ^{ns}	97,05	1336,49a	1,25 ^{ns}	-10416.48 ^{ns}	96,44
Médias	3016,20				1262,71			

^(T) Testemunhas; ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente; ns não-significativo; ⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott (1974); ⁽²⁾ H0: $\beta 1 = 1$; ⁽³⁾ H0: $\sigma 2 di = 0$.

4.4.2. Metodologia de Lin e Binns (1988), modificada por Carneiro (1998)

Na Tabela 8 é apresentado o resultado da metodologia de Lin e Binns (1988), modificada por Carneiro (1998). Esta metodologia estima o índice de adaptabilidade e estabilidade (P_i), que é o desvio da cultivar i em relação ao genótipo de desempenho máximo em cada ambiente. Sendo uma boa alternativa na avaliação da estabilidade, pois não se limitam ao uso da regressão e possibilitam identificar uma cultivar, ou mais de uma, com desempenho próximo do máximo nos vários ambientes testados (SILVA; DUARTE, 2006). Assim, é uma situação desejável no processo de seleção de cultivares superiores, pois, na prática, o melhorista almeja identificar genótipos que estejam sempre entre os melhores. Quanto menor o valor P_i , mais adaptado e estável será o genótipo (FARIAS et al., 1997; CARBONEL et al., 2001; FARIAS, 2005).

Os genótipos recomendados com base nas menores estimativas do P_i geral para o conjunto total de ambientes avaliados foram o CNPA BA 2016-316; CNPA BA 2015-2163 FL; BRS 336; FM 910 e CNPA BA 2016-1294. Segundo Carbonell et al. (2001), convém que os materiais mais estáveis sejam também os mais produtivos, pois quanto menor o P_i , menor será também o desvio em torno da produtividade máxima de cada ambiente.

Em relação aos ambientes favoráveis os genótipos mais recomendados foram CNPA BA 2016-316; CNPA BA 2015-2163 FL; CNPA BA 2016-696; CNPA BA 2016-1382 e a testemunha BRS 336, Nos ambientes desfavoráveis os genótipos que se destacaram foram CNPA BA 2016-1294; BRS 336; FM 910; CNPA BA 2016-316 e CNPA BA 2015-1754 FL. Merece destaque a presença dos genótipos CNPA BA 2016-316; BRS 336 e CNPA BA 2015-2163 FL entre os melhores do ranking tanto em ambientes favoráveis (P_{if}) quanto em ambientes desfavoráveis (P_{id}), demonstrando que esses materiais possuem ampla adaptação e conseguem responder vantajosamente a variação ambiental.

Ainda na Tabela 8, evidencia-se que os genótipos menos adaptados e estáveis, ou seja, que apresentaram as maiores estimativas de P_i geral, bem como P_{if} e P_{id} foram,

CNPA BA 2015-1583; CNPA BA 2016-1060 FL e CNPA BA 2016-1274. A falta de adaptabilidade e estabilidade desses materiais, refletiu também no desempenho geral em PAC nos genótipos CNPA BA 2015-1583; CNPA BA 2016-1060 FL e CNPA BA 2016-1274.

Na literatura, trabalhos de adaptabilidade e estabilidade baseados na metodologia de Linn e Binns (1988) foram utilizados com sucesso na identificação de genótipos de algodoeiro por Farias (1995 e 2005), Silva Filho et al. (2008), Rodrigues et al. (2017), Teodoro (2017), Silva (2019), Carneiro (2021) entre outros, além de ser utilizado também em trabalhos com outras culturas de importância agrônômica.

Tabela 8. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica segundo o método proposto por Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) para produtividade de algodão em caroço (PAC) e produtividade de algodão em fibra (PAP) de 18 genótipos de algodão, com decomposição de Pi (parâmetro de estabilidade e adaptabilidade) em ambiente favorável (Pif) e desfavorável (Pid).

Genótipos	PAC (kg/ha)							PAP (kg/ha)						
	Média ⁽¹⁾	Pi geral/10 ³	R ²	Pif /10 ³	R ²	Pid /10 ³	R ²	Média ⁽¹⁾	Pi geral / 10 ³	R ²	Pif /10 ³	R ²	Pid /10 ³	R ²
BRS 336 ^(T)	3183,75 a	214,13	3	272,42	5	126,69	2	1167,82 a	113,90	15	139,31	12	75,79	14
BRS 416 ^(T)	2847,31 a	547,27	15	753,15	15	238,46	9	1202,72 a	106,90	12	143,75	14	51,63	7
FM 910 ^(T)	3225,25 a	232,97	4	294,01	7	141,40	3	1355,91 a	46,62	5	548,66	18	33,35	3
CNPA GO 2011-48 FL	3125,18 a	381,88	11	421,81	11	321,99	14	1249,15 a	103,21	11	109,92	10	93,13	18
CNPA BA 2013-1958 FL	2871,06 a	460,25	13	629,78	13	205,97	6	1173,80 a	108,23	14	141,60	13	58,19	11
CNPA BA 2015- 1575FL	2871,18 a	446,26	12	494,16	12	374,41	17	1190,74 a	98,85	10	109,18	9	83,36	15
CNPA BA 2015-1754 FL	3165,31 a	263,22	7	311,38	8	190,99	5	1378,60 a	43,30	3	46,59	4	38,38	4
CNPA BA 2015-2353 FL	2772,93 a	539,71	14	693,51	14	309,00	13	1137,00 a	120,32	16	144,40	15	84,20	16
CNPA BA 2015-2163 FL	3167,75 a	197,50	2	172,09	2	235,63	8	1305,94 a	52,62	7	49,33	5	57,56	9
CNPA BA 2015-1583	2707,68 a	863,68	18	1279,65	18	239,73	10	1149,50 a	165,44	18	240,91	17	52,22	8
CNPA BA 2016-1060 FL	2673,31 a	717,34	17	947,98	17	371,37	15	1094,44 a	160,41	17	206,75	16	90,92	17
CNPA BA 2016-316	3297,68 a	163,71	1	169,32	1	155,28	4	1339,16 a	53,43	8	59,36	7	44,54	5
CNPA BA 2016-696	3143,56 a	253,49	6	243,13	3	269,04	11	1335,51 a	55,28	9	53,01	6	58,68	10
CNPA BA 2016-1274	2742,62 a	612,15	16	771,01	16	373,87	16	1186,65 a	107,96	13	134,13	11	68,70	12
CNPA BA 2016-1294	3261,31 a	240,79	5	366,16	10	52,75	1	1409,16 a	42,83	2	62,96	8	12,64	1
CNPA BA 2016-1299	3076,31 a	282,83	8	327,86	9	215,28	7	1375,62 a	36,72	1	39,01	2	33,29	2
CNPA BA 2016-1382	3095,75 a	301,02	10	243,39	4	387,48	18	1340,58 a	47,83	6	30,81	1	73,37	13
CNPA BA 2016-3788	3063,56 a	287,02	9	290,18	6	282,27	12	1336,49 a	45,99	4	43,16	3	50,24	6
Média	3016,20							1262,72						

^(T) Testemunhas; ⁽¹⁾Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott (1974); ⁽²⁾ Ranking dos genótipos quanto à estabilidade.

4.4.3. Metodologia de Annicchiarico (1992)

As análises segundo o método de Annicchiarico (1992) estão apresentadas na Tabela 9. A partir da metodologia foi possível identificar os genótipos CNPA BA 2016-316 e CNPA BA 2016-1294 e a testemunha BRS 336, com índice W_i superior a 100%, o que indica que esses materiais superaram a média dos ambientes com percentual entre 1 a 10%. O índice de confiança adotado foi de 75% ($\alpha = 0,25$), esse índice explicita o potencial produtivo de determinado material produzir acima da média e estabelece o risco da escolha do genótipo, além de facilitar a interpretação da metodologia proposta por Annicchiarico (1992).

Nos ambientes favoráveis (W_{if}), os genótipos que se destacaram com alta estabilidade para as características PAC e PAP foram CNPA BA 2016-316; CNPA BA 2016-696; CNPA BA 2015-2163 FL; CNPA BA 2016-1299 e CNPA BA 2016-1294 que superaram a média dos ambientes favoráveis entre 1 a 11%, demonstrando que em condições de cultivo que promovam favorecimento à cultura esses seriam os materiais que mais produziram. Os genótipos menos estáveis para essas condições foram os genótipos CNPA BA 2015-1583 e CNPA BA 2015-2353 FL.

Para os ambientes desfavoráveis (W_{id}), os genótipos que se destacaram foram a CNPA BA 2016-1294 e a testemunha BRS 336 indicando que são materiais produtivos e adaptados a tais condições de cultivo. A melhor resposta tanto para ambientes favoráveis quanto para ambientes desfavoráveis foi para genótipo CNPA BA 2016-1294.

A metodologia proposta por de Annicchiarico (1992), , tem a vantagem de auxiliar na recomendação das cultivares considerando o risco de apresentarem desempenho abaixo de um dado padrão, como, por exemplo, a média geral. Assim como os resultados aqui apresentados para a cultura do algodoeiro, diversos outros trabalhos em diferentes culturas evidenciam o uso dessa metodologia na identificação de genótipos adaptados e estáveis. Em soja (MONTEIRO et al., 2015); em guaraná (PINTO, 2016); em trigo (POSSATTO JÚNIOR et al., 2017); e em café (DIAS et al., 2017).

Tabela 9. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica, pelo método de estabilidade de Annicchiarico (1992). Índice de confiança (Wi), com decomposição em ambientes favoráveis (Wif) e desfavoráveis (Wid), para produtividade de algodão em caroço (PROD) e produtividade de fibra (PRODF) de 17 genótipos de algodão.

Genótipo	PAC (kg/ha)						PAP (kg/ha)							
	Média ⁽¹⁾	Wi	R ⁽²⁾	Wif	R ⁽²⁾	Wid	R ⁽²⁾	Média ⁽¹⁾	Wi	R ⁽²⁾	Wif	R ⁽²⁾	Wid	R ⁽²⁾
BRS 336 ^(T)	3183,75a	102,13	3	100,18	6	104,68	2	1167,82a	88,22	14	86,81	15	89,95	11
BRS 416 ^(T)	2847,31a	90,46	12	88,82	13	92,04	11	1202,72a	92,40	9	90,10	12	96,15	7
FM 910 ^(T)	3225,25a	96,65	7	94,00	10	96,95	5	1355,91a	96,58	6	94,14	9	96,24	6
CNPA GO 2011-48 FL	3125,18a	94,10	9	99,35	7	84,70	16	1249,15a	89,63	12	96,21	8	80,32	18
CNPA BA 2013-1958 FL	2871,06a	91,36	11	88,26	14	99,42	4	1173,80a	89,83	11	87,31	13	96,41	5
CNPA BA 2015- 1575FL	2871,18a	89,98	13	91,55	11	90,54	12	1190,74a	90,32	10	92,01	11	90,22	10
CNPA BA 2015-1754 FL	3165,31a	95,09	8	97,02	8	92,16	10	1378,60a	98,42	5	100,67	5	94,53	9
CNPA BA 2015-2353 FL	2772,93a	85,62	16	82,86	17	88,66	13	1137,00a	83,76	17	83,16	17	83,01	16
CNPA BA 2015-2163 FL	3167,75a	99,55	4	104,11	3	95,16	6	1305,94a	96,09	8	100,59	6	89,04	13
CNPA BA 2015-1583	2707,68a	82,77	18	76,01	18	93,81	9	1149,50a	84,10	16	77,29	18	95,08	8
CNPA BA 2016-1060 FL	2673,31a	85,69	15	84,83	15	86,30	15	1094,44a	83,10	18	83,50	16	82,30	17
CNPA BA 2016-316	3297,68a	104,60	1	108,33	1	99,87	3	1339,16a	101,84	3	103,97	3	98,78	3
CNPA BA 2016-696	3143,56a	98,74	5	104,61	2	94,00	8	1335,51a	99,52	4	105,17	2	97,22	4
CNPA BA 2016-1274	2742,62a	84,62	17	84,32	16	82,66	18	1186,65a	88,08	15	87,07	14	87,41	14
CNPA BA 2016-1294	3261,31a	102,60	2	100,19	5	110,47	1	1409,16a	105,76	1	103,87	4	112,60	1
CNPA BA 2016-1299	3076,31a	98,54	6	100,73	4	94,92	7	1375,62a	104,63	2	107,08	1	100,70	2
CNPA BA 2016-1382	3095,75a	87,02	14	90,94	12	83,48	17	1340,58a	89,55	13	93,40	10	85,12	15
CNPA BA 2016-3788	3063,56a	93,05	10	96,17	9	86,77	14	1336,49a	96,11	7	98,52	7	89,90	12
Média	3016,20							1262,72						

^(T) Testemunhas; ⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott (1974); ⁽²⁾ Ranking dos genótipos quanto à estabilidade.

4.4.4. Correlação de Spearman

Verificou-se por meio das estimativas da correlação de Spearman (r_s) que os métodos de Eberhart e Russell (1966), Lin e Binns (1988), modificado por Carneiro (1998) e Annicchiarico (1992) foram significativos para as variáveis PAC /e PAP ($p \leq 0,01$) pelo teste t.

A correlação entre β_1 (EBERHART e RUSSELL, 1966) e P_i (LIN e BINNS, 1988, modificado por CARNEIRO, 1998), ($r_s = -0,5768^*$ e $-0,5273^*$), indicando que ambos os métodos proporcionam informações semelhantes no que diz respeito à adaptabilidade e estabilidade. Sendo as correlações medidas de associação linear entre duas características, quando esses valores se aproximam de 1 ou de -1 maior sua associação. As correlações observadas entre β_1 e P_i estão de acordo com os obtidos por Farias (1995 ; Silva 2019 e Carneiro 2021.).

A correlação observada entre β_1 e P_i está de acordo com os obtidos por Farias et al. (1997) e Silva Filho et al. (2008) em algodão; Silva e Duarte (2006) e Mendonça (2016) em soja; Pereira et al. (2009) em feijão, Vasconcelos et al. (2015) em amendoim, entre outros. Os resultados obtidos por esses autores indicam que o uso dos dois métodos em combinação, pode fornecer informações adicionais e complementares sobre a estabilidade fenotípica de materiais. Isso foi observado no presente estudo, já que a metodologia de Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) foi capaz de adicionar resultados complementares ao método de Eberhart e Russell (1966), dando maiores informações sobre a responsividade de cada genótipo diante da melhoria ambiental e condições desfavoráveis.

Os métodos de Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) e Annicchiarico (1992) apresentaram alta correlação ($r_s = -0,9256^{**}$ e $-0,8493^{**}$) entre si, para as características PAC e PAP, uma vez que, as correlações foram negativas indicando uma associação entre os menores valores do índice P_i (desejados) e os maiores valores de W_i , ou seja, as cultivares mais indicadas (maiores escores de W_i) pelo método de Annicchiarico (1992) seriam as mais

indicadas (menores escores de Pi) pelo método de Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998).

As duas metodologias coincidiram na identificação de genótipos estáveis, indicando praticamente os mesmos materiais e não havendo muita diferença no ranking desses genótipos para ambientes favoráveis e desfavoráveis na classificação feita em ambas metodologias. Alguns autores já relataram essa similaridade com Borges et al. (2000), Silva e Duarte (2006), Silva Filho et al. (2008), Cargnelutti Filho et al. (2007), Pereira et al. (2009), Monteiro et al. (2015), Pinto (2016), Silva (2019) e Carneiro (2021)'. As duas metodologias indicam que a estabilidade está associada a maior produtividade. Sendo assim, os resultados aqui obtidos confirmam que as cultivares mais indicadas pelos métodos propostos por Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) e por Annicchiarico (1992) foram as mais produtivas CNPA BA 2015-2163 FL; CNPA BA 2016-316; CNPA BA 2016-696; CNPA BA 2016-1294 e CNPA BA 2016-1299.

A correlação observada entre β_1 (EBERHART e RUSSELL, 1966) e W_i (ANNICCHIARICO, 1992) não foi significativa e os valores observados foram de $r_s = 0,3168$ ns (PAC) e $0,3271$ ns (PAP). Tais resultados estão discordantes aos obtidos por Silva (2019) e Carneiro (2021), que observaram uma correlação significativa e alta em experimentos com a cultura do algodoeiro na região semiárida do Nordeste.

Devido a complementariedade das informações apresentadas pelas três metodologias, qualquer um dos métodos apresentados podem ser utilizados para avaliar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de algodão, dependendo das informações que os melhoristas quiserem extrair dos dados podendo ser usado um dos métodos, ou dois deles combinados.

4.4.5. Análise multivariada GGE biplot

Na Figura 2 (A e B), encontra-se a representação gráfica do GGE biplot dos genótipos para as características PAC e PAP. Na interpretação dos gráficos GGE biplot são apresentados dois eixos (x e y) que correspondem a decomposição da interação G x A em componentes principais (CP), assim o eixo x representa o CP1 e o eixo y o CP2. A soma dos percentuais em cada eixo indica o quanto da interação está sendo explicada. Observa-se na Figura 2 (A) 41,15% para o CP1 e 20,38% para CP2, assim, tem-se que o gráfico GGE biplot representado explica um total de 61,53% da variação total da interação G x A para produtividade de algodão em caroço (PAC), enquanto que, para produtividade de fibra (PAP), tem-se 62,86% (Figura 2 - B).

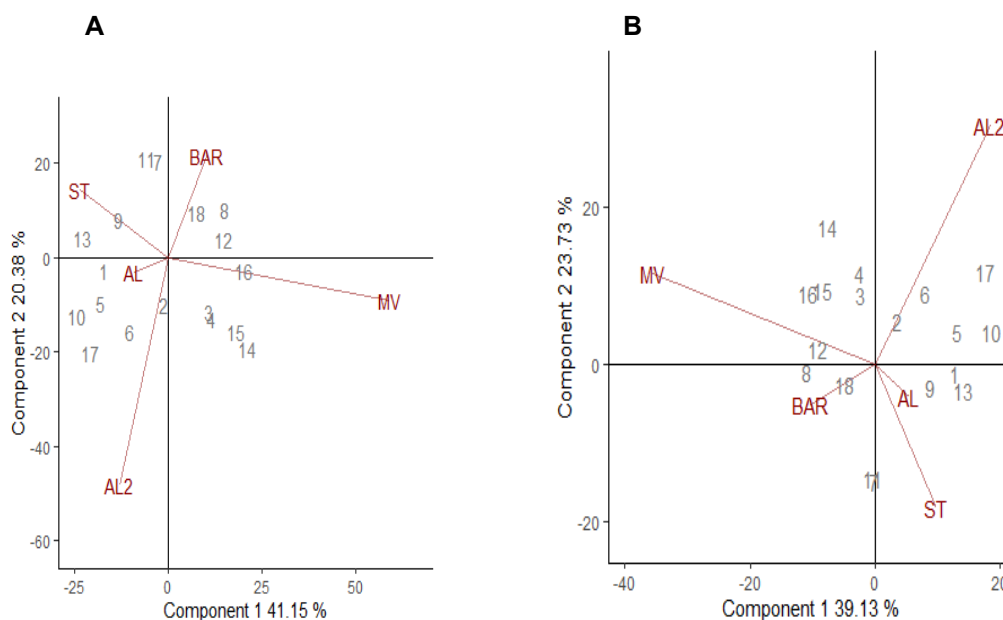
Estas estimativas ficaram muito próximas da porcentagem mínima de explicação (70%) recomendada por Yan et al. (2000), e são inferiores às alcançadas em outros estudos que utilizaram a metodologia GGE biplot na cultura do algodoeiro em trabalhos anteriores (FARIAS et al., 2016; SILVA, 2016; ALI et al., 2017; TEODORO, 2017; SILVA, 2018). Valores próximos ou superiores ou a 70% são considerados adequados para a utilização desta metodologia (SILVA, 2018).

Os 18 genótipos e os quatro ambientes representados graficamente nas Figuras 2 (A e B), foram identificados de G1 a G18 e os ambientes Alagoinha-PB -2020 (AL) ; Barbalha-CE -2020 (BAR); Serra Talhada-PE-2020 (ST); Alagoinha-PB 2021(AL2) e Missão Velha -CE- 2021(MV), respectivamente. De acordo com Hongyu et al. (2015), a linha reta traçada da origem do biplot para a colocação de um ambiente ou genótipo é chamado “vetor de ambiente” ou “vetor de genótipo”, de modo que a partir desses vetores, as interações específicas entre um genótipo e um ambiente (por exemplo, o desempenho de cada um dos genótipos em cada ambiente) possam ser visualizadas. Nesse sentido, com relação a contribuição dos ambientes para interação é possível observar que os ambientes AL2 E MV (2021) foram os que mais contribuíram para a interação (estão localizados mais distante do centro do gráfico), seguidos

de ST; BAR; (2020) Enquanto o AL (2020) foi o que proporcionou a menor contribuição.

Segundo Riaz et al. (2018) a zona de estabilidade corresponde à região central da biplot, na intersecção de zero no primeiro e no segundo CP's. Sendo assim, os genótipos BRS 416; CNPA BA 2016-3788; CNPA BA 2016-316 foram os mais estáveis para as variáveis PROD e PRODF. Os genótipos mais instáveis para as duas variáveis foram, CNPA BA 2015-1754 FL; CNPA BA 2015-1583; CNPA BA 2016-1060 FL; CNPA BA 2016-1274; CNPA BA 2016-1382 ambos apresentaram as maiores distâncias em relação ao centro do gráfico.

GGE biplot



Ambientes - AL: Alagoinha,PB-2020; BAR: Barbalha,CE- 2020; ST: Serra Talhada,PE - 2020; AL2: Alagoinha PB, 2021; MV: Missão Velha,CE - 2021. Genótipos - G1:BRS 336; G2: BRS 416; G3: FM 910; G4: CNPA GO 2011-48 FL; G5: CNPA BA 2013-1958 FL; G6: CNPA BA 2015-1575FL; G7: CNPA BA 2015-1754 FL; G8: CNPA BA 2015-2353 FL; G9: CNPA BA 2015-2163 FL; G10: CNPA BA 2015-1583; G11: CNPA BA 2016-1060 FL; G12: CNPA BA 2016-316; G13: CNPA BA 2016-696; G14: CNPA BA 2016-1274; G15: CNPA BA 2016-1294; G16: CNPA BA 2016-1299; G17: CNPA BA 2016-1382; G18: CNPA BA 2016-3788.

Figura 2 A: Representação gráfica do GGE biplot para a produtividade de algodão em caroço (PAC – kg/ha) e B: Representação gráfica do GGE biplot para a produtividade de fibra (PAP – kg/ha) de 18 genótipos de algodoeiro avaliados em Cinco ambientes.

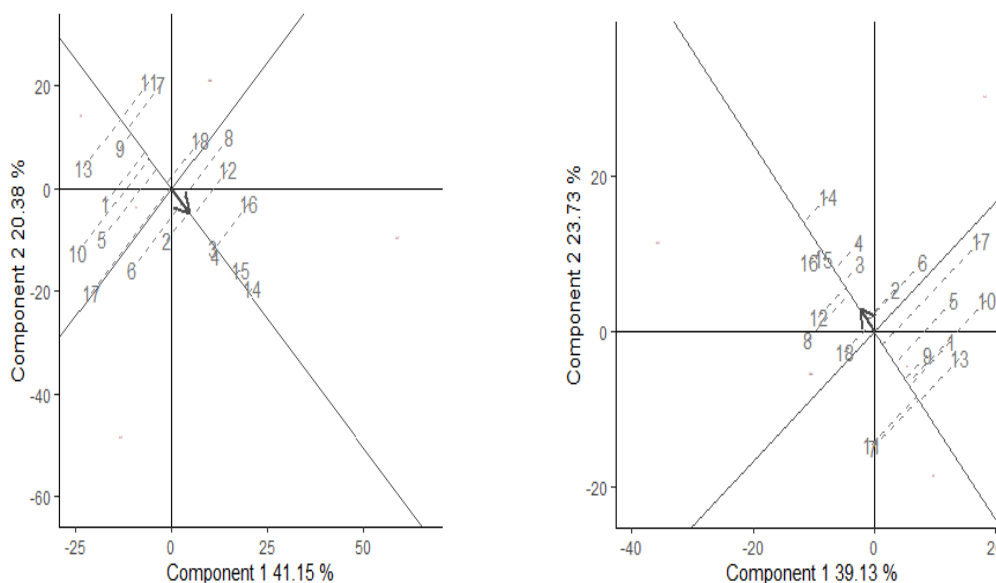
De acordo com Gauch e Zobel (1996), a proximidade dos genótipos e dos ambientes em qualquer área do gráfico, demonstra a adaptabilidade específica de um genótipo a esse ambiente. Na Figura 2 (A e B), observamos que os

genótipos G9, G18 e G12 estão mais próximos ao ponto do ambiente BAR (Barbalha-2020). A formação deste agrupamento demonstra que esses foram os materiais mais adaptados a esse local. De fato, tais genótipos apresentaram os maiores valores de produtividade de algodão em caroço (PAC) e produtividade de pluma (PAP) como pode se constatar na Tabela 2 (**APÊNDICE**).

Na Figura 3 (A e B) é representado o gráfico “Mean vs. Stability” (média versus estabilidade) onde é possível avaliar tanto o rendimento produtivo de cada genótipo quanto sua estabilidade.

Segundo Yan (2011) a visualização do GGE biplot “Média versus Estabilidade” é uma ferramenta eficaz para avaliação de genótipos em ambos aspectos. A linha reta com uma seta que passa pela origem do biplot aponta para a direção dos genótipos com maiores desempenhos (HONGYU et al., 2015). Sendo que, os genótipos mais distantes do eixo y em direção à direita são os mais produtivos (PAC e PAP), assim sendo, os genótipos FM 910; CNPA GO 2011-48 FL; CNPA BA 2016-316; CNPA BA 2016-1274; CNPA BA 2016-1294 e CNPA BA 2016-1299 se destacam entre os demais. Enquanto os menos produtivos para ambas as variáveis foram, BRS 336; BRS 416; CNPA BA 2013-1958 FL; CNPA BA 2015- 1575FL; CNPA BA 2015-2163 FL; CNPA BA 2015-1583; CNPA BA 2016-696 e CNPA BA 2016-1382, acrescidos de CNPA BA 2016-1060 FL e CNPA BA 2015-1754 FL apenas para (PAC). Quanto à estabilidade, os genótipos menos estáveis são aqueles que têm as maiores distâncias do eixo horizontal. Assim, os genótipos CNPA BA 2015-1754 FL; CNPA BA 2016-1060 FL e CNPA BA 2016-1382 constituem-se como os mais instáveis. Tais resultados estão de acordo com obtidos por Farias et al., 2016; Silva., 2018 e Carneiro, 2021.

Mean vs. Stability



Ambientes - AL: Alagoinha,PB-2020; BAR: Barbalha,CE- 2020; ST: Serra Talhada,PE - 2020; AL2: Alagoinha PB, 2021; MV: Missão Velha,CE - 2021. Genótipos - G1:BRS 336; G2: BRS 416; G3: FM 910; G4: CNPA GO 2011-48 FL; G5: CNPA BA 2013-1958 FL; G6: CNPA BA 2015-1575FL; G7: CNPA BA 2015-1754 FL; G8: CNPA BA 2015-2353 FL; G9: CNPA BA 2015-2163 FL; G10: CNPA BA 2015-1583; G11: CNPA BA 2016-1060 FL; G12: CNPA BA 2016-316; G13: CNPA BA 2016-696; G14: CNPA BA 2016-1274; G15: CNPA BA 2016-1294; G16: CNPA BA 2016-1299; G17: CNPA BA 2016-1382; G18: CNPA BA 2016-3788.

Figura 3. A: Representação gráfica do GGE biplot “Mean vs. Stability” para a produtividade de algodão em caroço (PAP– kg/ha) e B: Representação gráfica do GGE biplot “Mean vs. Stability” para a produtividade de fibra (PAC – kg/ha) de 18 genótipos de algodoeiro avaliados em cinco ambientes.

5. CONCLUSÕES

- As diferentes metodologias adotadas neste estudo foram concordantes e complementares na identificação de genótipos adaptados e estáveis;
- Os genótipos CNPA BA 2016-316; CNPA BA 2015-2163 FL; BRS 336; FM 910 CNPA BA 2016-1294 e CNPA BA 2016-1299 foram os mais produtivos e apresentaram ampla adaptabilidade e estabilidade para as condições de cultivo na região semiárida nordestina;
- A análise GGE biplot identificou as linhagens CNPA BA 2015-2163 FL; CNPA BA 2016-3788 e CNPA BA 2016-316 como as mais estáveis, sendo também materiais produtivos e passíveis de recomendação para a região.

REFERÊNCIAS

ABRAPA Associação brasileira de produtores de algodão. Números do algodão: **o algodão no Brasil**. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/Dados/Algod%C3%A3o%20no%20Mundo.aspx>. Acesso em: 12 Jul. 2022.

ALBUQUERQUE, R. R. S. **Seleção de genótipos de algodoeiro de fibra colorida para as condições da região semiárida do Nordeste**. Campina Grande – PB, 2017. 65f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas). Universidade Estadual da Paraíba.

ALBUQUERQUE, R.R.S.D.; CAVALCANTI, J.J.V.; FARIAS, F.J.C.; QUEIROZ, D. R.; CARVALHO, L.P. Estimates of genetic parameters for selection of colored cotton fiber. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 1, p. 253-259, 2020.

ALI, I.; KHAN, N. U.; MOHAMMAD, F.; IQBAL, M. A.; ABBAS, A.; FARHATULLAH; BIBI, Z.; ALI, S.; KHALIL, I. A.; AHMAD, S.; MEHBOOB-UR-RAHMAN. Genotype by environment and gge-biplot analyses for seed cotton yield in upland cotton. **Pakistan Journal of Botany**, v. 49, n. 6, p. 2273-2283, 2017.

ALLARD, R.W., BRADSHAW, A.D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, (1964). 503-508p.

ALVES, R.S.; TEODORO, P.E.; FARIAS, F.C.; FARIAS, F.J.; CARVALHO, L.P.; RODRIGUES, J.I.S.; BHERING, L.L.; RESENDE, M.D.V. Evaluation of genotype x environment interactions in cotton using the method proposed by Eberhart and Russell and reaction norm models. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 3, p. 1-12, 2017.

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Plant Breeding**, v. 46, p. 269-278, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE ALGODÃO- ABRAPA. **Relatório de Safra Principais indicadores do algodão brasileiro** Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/_layouts/15/osssearchresults.aspx?u=https%3A%2F%2Fwww%2Eabrapa%2Ecom%2Ebr&k=15%20de%20julho#k=Algod%C3%A3o%2FBrasil%20%7C%20Safra%202021%2F22#s=11>. Jul de 2022.

Associação Mato-grossense dos Produtores de Algodão- AMPA. **História do Algodão**. Disponível em: < <https://ampa.com.br/historia-do-algodao/>> Jun de 2022.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 237 p. 2006.

BARROSO, P.A.V.; SUASSUNA, N.D.; PEDROSA, M.B.; MORELLO, C.D.L.; SILVA FILHO, J.L.D.; LAMAS, F.M.; BOGIANI, J.C. BRS 368RF: A glyphosate tolerant, midseason upland cotton cultivar for Northeast and North Brazilian cerrado. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, n. 4, p. 399-402, 2017.

BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in plants**. Minneapolis: **Stemma Press**, 2002.

BORÉM, A. **Melhoramento de Plantas**. Viçosa: UFV, 1997. 547 p.

BORÉM, A., Miranda, G. V. **Melhoramento de Plantas**. 7ª Ed. Viçosa: Editora UFV. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de feijão Vigna [Vigna unguiculata (L.) Walp.] e inscrição no Registro Nacional de Cultivares - RNC**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Seção 1, 23 jun. 2003.

CARBONELL, S. A. M.; AZEVEDO FILHO, J. A.; DIAS, L. A. S.; GONÇALVES, C.; ANTONIO, C. B. Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares e linhagens de feijoeiro no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 2, p 69-77, 2001.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L. Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 17-24, 2007.

CARNEIRO L. dos S., **Estabilidade e Adaptabilidade Fenotípica dos Caracteres Agronômicos e de Fibras em Linhagens de Algodoeiro Herbáceo na Região Semiárida do Nordeste**. Campina Grande, 2021. 51f. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. Viçosa, 1998. 168f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa.

CARVALHO, J.F.D.; CAVALCANTI, J.J.V.; FARIAS, F.J.C.; RAMOS, J.P.C.; QUEIROZ, D.R.; SANTOS, R.C. Selection of upland cotton for the Brazilian semi-arid region under supplementary irrigation. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 19, n. 2, p. 185- 192, 2019.

CARVALHO, J.F.D.; CAVALCANTI, J.J.V.; FARIAS, F.J.C.; RAMOS, J.P.C.; QUEIROZ, D.R.; SANTOS, R.C. Selection of upland cotton for the Brazilian semi-arid region under supplementary irrigation. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 19, n. 2, p. 185- 192, 2019.

CARVALHO, L. P. Contribuição do melhoramento ao cultivo do algodão. In: BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de (Ed.) **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológica, 2008. cap. 8, p. 271-298.

CARVALHO, L. P. **Divergência genética e análise dialélica de *Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch**. Viçosa, 1993. 203f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa.

CARVALHO, L. P.; BARROSO, P. A. V.; SANTOS, J. A. T.; ALVES, H. S. Seleção massal e porcentagem de fibra em cultivar de algodoeiro colorido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 9, p. 895-898, 2005.

CARVALHO, L. P.; SILVA, J. I. R.; FARIAS, F. J. C. Seleção de linhagens de algodão para alto teor de óleo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 7, p. 530-538, 2017.

CARVALHO, L.P. de; FARIAS, F.J.C.; RODRIGUES, J.I. da S. Selection for increased fiber length in cotton progenies from Acala and non-Acala types. **Crop Science**, v.55, p.985-991, 2015. DOI: 10.2135/cropsci2014.08.0547.

CARVALHO, L.P.; SALGADO, C.C.; FARIAS, F.J.C.; CARNEIRO, V.Q. Stability and adaptability of cotton genotypes of colorful fibers in relation to the fiber characters. **Ciência Rural**, vol. 45, n. 4, p. 598-606, 2015.

CARVALHO, LCB et al. Evolution of methodology for the study of adaptability and stability in cultivated species. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 12, pág. 990-1000, 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB.
Acompanhamento da safra brasileira Disponível em:
<<https://www.conab.gov.br/infoagro/safras/graos>>. Jul de 2022.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO.
Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Safra 2020/21, 7º levantamento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 15 MAIO. 2022.

CONAB COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 4 quarto levantamento. Jun. 2022.

CONDÉ, A.B.T.; COELHO, M.A.O.; YAMANAKA, C.H.; CORTE, H.R.
Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de trigo sob cultivo de sequeiro em Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 40, n. 1, p. 45-52, 2010.

CROSSA, J. **Statistical Analysis of Multilocation Trials. Advances in Agronomy**. 1990.

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

CRUZ, C. D. **Programa GENES: biometria**. Viçosa: UFV, 2006.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2014.

CRUZ, C.D.; TORRES, R.A.; VENCOSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v. 12, p. 567-580, 1989.

EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v. 6, p. 36-40, 1966.

ELIAS, Jotahy Jorge. **Adaptabilidade e estabilidade em algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) através de modelos mistos e análises não paramétrica**. 2020.58f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – PPGCA) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **BRS 336**.<
<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1112950/catalogo-de-cultivares-de-algodao-safra-2019-2020> Acesso em: 05 nov. 2022.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1999. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Riode Janeiro. 412 p.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4th ed. New York: Longman, 1996. 464p.

FALEIRO, F. G.; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q.; FARIAS NETO, A. L. de. Melhoramento genético de plantas e biotecnologia. In: FALEIRO, F. G.; DE ANDRADE, S. R. M.; REIS JUNIOR, F. B. dos (Ed.) **Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária**. 1 ed. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. cap. 18, p. 553-565 2011.

FARIAS, F. J. C.; CARVALHO, L. P. Melhoramento Genético do Cultivo de Algodão – Variedades Convencionais e Transgênicas. In: Curso Internacional de Tecnologia de Producción de Algodon. 1, 2014. **Trabalhos...** [S.l.: s.n.], 2014. 12p.

FARIAS, F. J. C.; CARVALHO, L. P.; SILVA FILHO, J. L.; TEODORO, P. E. Biplot analysis of phenotypic stability in upland cotton genotypes in Mato Grosso. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 2, p. 1-8, 2016.

FARIAS, F. J. C.; RAMALHO, M. A. P.; CARVALHO, L. P.; MOREIRA, A. N.; COSTA, J. N. Parâmetros de estabilidade propostos por Lin e Binns (1988) comparados com o método da regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 407-414, 1997.

FARIAS, F. J. C.; RAMALHO, M. A. P.; CARVALHO, L. P.; MOREIRA, A. N.; COSTA, J. N. Parâmetros de estabilidade propostos por Lin e Binns (1988) comparados com o método da regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 407-414, 1997.

FARIAS, F. J. C.; SILVA FILHO, J. L.; MORELLO, C. L.; SUASSUNA, N. D.; PEEDROSA, M. B.; LAMAS, F. M.; RIBEIRO, J. L. **Resultados do ensaio nacional de cultivares de algodoeiro herbáceo nas condições do cerrado – safra 2013 – 14**. Campina Grande – PB: Embrapa Algodão, 2015, p. 1 – 51 (Documentos, 257).

FARIAS, F.J.C. **Índice de seleção em cultivares de algodoeiro**. Piracicaba, 2005. 121f. Tese - Doutorado em Agronomia- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

FARIAS, F.J.C.; RAMALHO, M.A.P.; CARVALHO, L.P.; MOREIRA, A.N.; COSTA, J.N. Parâmetros de estabilidade propostos por Lin e Binns (1988) comparados com o método da regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 407-414, 1997.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v. 14, p. 742-754, 1963.

FONSECA, R. G.; SANTANA, J. C. F. **Resultados de ensaio HVI e suas interpretações (ASTM D-4605)**. Campina Grande – PB: Embrapa Algodão (INFOTECA-E), 13p., 2002. (Circular Técnica, 66).

FREIRE, E. C.; CARVALHO, L. P. Cultivares do algodoeiro. In: BELTRÃO, N. E. de M.; ARAÚJO, A. E. de (Ed.). **Algodão: o produtor pergunta e a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2004. p. 33-45.

FREIRE, E. C.; MORELLO, C. L.; FARIAS, F. J. C.; SILVA FILHO, J. L.; VIDAL NETO, F. C.; PEDROSA, M. B.; SUINAGA, F. A.; COSTA, J. N.; ANDRADE, F. P. Objetivos e métodos utilizados nos programas de melhoramento do algodão no Brasil. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (Ed.) **O agronegócio do algodão no Brasil**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2008. cap. 10. p. 299-323.

FREIRE, E.C. **Distribuição, coleta, uso e preservação das espécies silvestres de algodão no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2000.

FUNDAÇÃO MT (Rondonópolis, MT). **Liderança e Competividade**. Rondonópolis, MT, p.182, 1999.

GABRIEL, K, R. The Biplot Graphic Display of Matrices With Application To Principal Component Analysis. **Biometrika** V. 58, p. 453-467, 1971.

GAUCH, H. G. PIEPHO, H. P.; ANNICCHIARICO, P. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE: further considerations. **Crop Science**, v.48, n3, p.866-889, 2008. Disponível em: . Acesso em: 05 jun., 2022. doi: 10.2135/cropsci2007.09.0513.

GAUCH, H. G. **Statistical analysis of regional yield trials: AMMI analysis of factorial designs**. Amsterdam: Elsevier, 1992.

GAUCH, H. G. Statistical Analysis of Yield Trials by AMMI and GGE. **Crop Science**, v.46, n.4, p.1488-1500, 2006.

GOMES, M. S.; PINHO, R. G. V.; OLIVEIRA, J. S.; RAMALHO, M. A. P.; VIANA, A. C. 2002. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho para produtividade de matéria seca e degradabilidade ruminal da silagem**. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, v.1, n.2, p.83-90.

GUL, S.; KHAN, N. U.; GUL, R.; BALOCH, M.; LATIF, A. KHAN, I. A. Genotype by environment and phenotypic adaptability studies for yield and fiber variables in upland cotton. **Journal of Animal and Plant Sciences**, v. 26, n. 3, p. 776-786, 2016.

HONGYU, K.; SILVA, F. L.; OLIVEIRA, A. C. S.; SARTI, D. A.; ARAUJO, L. B.; DIAS, C. T. S. Comparação entre os modelos AMMI e GGE-Biplot para os dados de ensaios multi-ambientais. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 139-155, 2015.

IBGE. (2019). **Panorama da cidade de Barbalha**. Disponível em : <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/barbalha/panorama>>. Acesso 25 Jul.2022.

KHAN, N.U.; HASSAN, G.; KUMBHAR, M.B.; PARVEEN, A.; UM-E-AIMAN; AHMAD, W.; SHAH, S.A.; AHMAD, S. Gene action of seed traits and oil content in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Journal of Breeding and Genetics**, v.39, p.17-29, 2007.

KRAUSE, W. **Alternativas para melhorar a eficiência dos experimentos de valor de cultivo e uso (VCU) na cultura do feijoeiro**. Lavras, 2005. 73f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas). Universidade Federal de Lavras. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/4358>>. Acesso 13 Jul. 2022.

LAVRATI, G. **Tendência Global de Desenvolvimento Sustentável e a Cadeia Produtiva do Algodão Orgânico**. Blumenau, 2022. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Catarina.

LIMA, M.T.V., MEIRELES, A.C.M., OLIVEIRA, C.W., NASCIMENTO, M.T.B., 2017. **Koppen-Geiger and Thornthwaite climatic classification for the metropolitan region of the Cariri**, Ceará. *Revista GEAMA*, 3, 136–143.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivars x location data. *Canadian Journal of Plant Science*, v. 68, n. 1, p.193-198, 1988.

MENDONÇA, D. M. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja RR nas regiões sudeste, centro-oeste e nordeste do Brasil**. Uberlândia, 2016. 54f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: . Acesso em: 11 Nov. 2022.

MORELLO, C. L.; PEDROSA, M. B.; FARIAS, F. J. C.; CARVALHO, L. P.; SILVA FILHO, J. L.; RIBEIRO, J. L. **BRS JADE: Cultivar de algodoeiro de fibra colorida com alta produtividade e qualidade de fibra adaptada às condições do Cerrado e Semiárido do Nordeste**. Campina Grande: Embrapa Algodão. Folder, p. 2. 2017.

NICKERSON, D. **Recent trends in trash content of raw cotton create a problem in grade standards**. Washington, DC: USDA, 1962. Disponível em: <https://archive.org/details/recenttrendsintr45nick>. Acesso em: 10 Jul. 2022.

PEREIRA, H. S.; MELO, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; FARIA, L. D.; COSTA, J. D.; DIAZ, J. L. C. Comparação de métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em feijoeiro comum. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 4, p. 374-383, 2009.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental 14ª edição**. Nobel, Piracicaba 210p, 2000.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 12. ed. Piracicaba: Livraria Nobel, 1985. 467p.

PINTO, C. E. D. L.. **Adaptabilidade e estabilidade de clones de guaranzeiro pelos métodos Annicchiarico, REML/BLUP e Lin e Binns**. Manaus, 2016. 65f. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas.

QUEIROZ, D.R.; FARIAS, F.J.C.; VASCONCELOS, J.J.C.; CARVALHO, L.P.; NEDER, D.G.; SOUZA, L.S.S.; FARIAS, F.C.; TEODORO, P.E. Diallel analysis for agronomic traits in upland cotton in semi-arid zones in Brazil. *Genetics and Molecular Research*, v. 16, n. 3 p. 1-8, 2017.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2014.

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.

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

RESENDE, M. A. D. V.; FREITAS, J. A. D.; LANZA, M. A.; RESENDE, M. D. V.; AZEVEDO, C. F. Genetic divergence and BLUP selection index for fiber traits in cotton accessions. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 3, jul/set. 2014.

RESENDE, M. D. V. **Matemática e Estatística na Análise de Experimentos e no Melhoramento Genético.** Colombo: Embrapa Florestas. 561 p. 2007.

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

RIAZ, M.; FAROOQ, J.; AHMED, S.; AMIN, M.; CHATTHA, W. S.; AYOUB, M; KAINTH, R. A. Stability analysis of different cotton genotypes under normal and water-deficit conditions. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 17, 2018.

RITCHIE, G. L.; BEDNARZ, C. W.; JOST, P. H.; BROWN, S. M. **Cotton Growth and Development.** The University of Georgia: College of Agricultural and Environmental Sciences and the U.S. Department of Agriculture cooperating, p. 1–5, 2007.

RODRIGUES, J.I.S.; CARVALHO, L.P.; FARIAS, F.J.C. Influence of genotype versus environment interaction on improving upland cotton yield. **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 60, n. 3, p. 241-246, 2017.

SANTOS, R. F. dos; KOURY, J.; SANTOS, J. W. O Agronegócio do algodão crise e recuperação no mercado brasileiro da matéria-prima agrícola. In: BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de (Org.). **O agronegócio do algodão no Brasil.** 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 1, p. 31-60.

SCAPIM, C.A.; OLIVEIRA, V.R.; BRACCINI, A.L.; CRUZ, C.D.; ANDRADE, C.A.B.; VIDIGAL, M.C.G. Yield stability in maize (*Zea mays* L.) and correlations among the parameters of the Eberhart and Russell, Lin and Binns and Huehn models. **Genetics and Molecular Biology**, v.23, p.387-393, 2000.

SCHLEGEL, R. H. J. **Encyclopedic dictionary of plant breeding and related subjects.** New York: Haworth Press, 2003. p. 177.

SILVA FILHO, J. L. MORELLO, C. L.; FARIAS, F. J. C.; LAMAS, F. M.; PEDROSA, M. B.; RIBEIRO, J. L. Comparação de métodos para avaliar a adaptabilidade e estabilidade produtiva em algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 349-355, 2008.

SILVA FILHO, J. L.; PEDROSA, M. B.; SUASSUNA, N. D.; MORELLO, C. L.; FARIAS, F. J. C.; PERINA, F. J. **Avaliação de cultivares de algodoeiro no**

cerrado da Bahia – safra 2014/2015. Campina Grande – PB: Embrapa Algodão, 2016, p. 1-14. (Documento, 260).

SILVA, E.S.; MEDEIROS, D.A.; DIAS, J.A.; MALTA, A.O.; SILVA, S.I.A. Adubação foliar nitrogenada e boratada na qualidade da fibra do algodão colorido (*Gossypium hirsutum* L.). **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 22, e201712, 2017.

SILVA, F.G.; ANUNCIÇÃO FILHO, C.J.; TABOSA, J.N. Estabilidade da produção de grãos de arroz irrigado nos Estados de Alagoas e de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n. 3, p.347-351, 1995.

SILVA, J. A. S.; MEDEIROS, R. M.; SILVA, A. O., SILVA, J. W. O. S.; MATOS, R. M. **Oscilações no regime da precipitação pluvial no município de Barbalha-CE.** I Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS. 22 a 24 de maio de 2013 – Iguatu – CE, Brasil.

SILVA, N. S.; NOGUEIRA, A. P. O.; HAMAWAKI, O. T.; MARQUES, F. S.; MEDEIROS, L. A.; GOMES, G. F.; JULIATTI, F. C. Adaptability and productive stability of soybean genotypes under natural rust infection without fungicide. **Bioscience Journal**, v. 34, n. 5, 2018.

SILVA, R. C. **Métodos AMMI e GGE no estudo da interação genótipos x ambientes em algodão.** Campina Grande, 2016. 59f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Estadual da Paraíba.

SILVA, R.D.S. **Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de linhagens de algodoeiro herbáceo para as condições do semiárido nordestino.** Campina Grande, 2019. 76f. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba.

SILVA, W. C. J.; DUARTE, J. B. **Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n. 1, p. 23-30, 2006.

SOUSA, A.S.A., MARTINS, E.H.P. da S., ROCHA, G. B. Da S. DA SILVA, M. E. R. ALVES, E. M. **Análise Descritiva de Dados Pluviométricos do Município de Serra Talhada – Pe. Xiv Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste.** Xiv Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste 2018.

SOUZA, M. B. **Avaliação de linhagens elite de feijão-caupi em regiões do cerrado brasileiro.** Teresina, 2013. 82f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas) Universidade Federal do Piauí.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach.** New York: McGraw-Hill, 666 p.1997.

STEEL, R. G. F.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics.** New York: McGrawHill, 1980, 633p.

SUINAGA, F.A.; BASTOS, C.S.; RANGEL, L.E.P. Fenotipic adaptability and stability of cotton cultivars in Mato Grosso State, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.36, n. 3, p.145- 150, 2006.

TEODORO, P. E. **Interação entre genótipos de algodoeiro em ambientes representativos do cerrado brasileiro**. Viçosa, 2017. 58f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa.

VAN EEUWIJK, F.A., BUSTOS-KORTS, D.V., MALOSETTI, M. What should students in plant breeding know about the statistical aspects of genotype x environment interactions? **Crop Science**, 2016.

VASCONCELOS, F. M. T.; VASCONCELOS, R. A.; LUZ, L. N.; CABRAL, N. T.; OLIVEIRA, JÚNIOR, L.; SANTIAGO, A. D.; SANTOS, R. C. **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos eretos de amendoim cultivados nas regiões Nordeste e Centro-Oeste**. *Ciência Rural*, v. 45, n. 8, 2015.

VASCONCELOS, U. A. A. **Análise dialélica em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) para tolerância à seca**. Campina Grande, 2016. 47f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Estadual da Paraíba.

VASCONCELOS, W.S. **Análise genética para caracteres de fibras em genótipos de algodoeiro submetidos a estresse hídrico**. Campina Grande, 2016. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Estadual da Paraíba.

VIDAL NETO, F.C.; FREIRE, E.C. **Melhoramento genético do algodoeiro**. In: VIDAL NETO, F.C.; CAVALCANTI, J.J.V. (Ed.) *Melhoramento genético de plantas no Nordeste*. 1 ed. Brasília Embrapa, 2013. p. 49-84.

WRICKE, G. Zur Berechnung der Ökovalenz bei Sommerweizen und Hafer. **Zeitschrift für Pflanzenzüchtung**, v.52, p.127-138, 1965.

YAN, W. et al. GGE Biplots vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. **Crop science**, v.47, n.2, p.643-655, 2007. Disponível em: <<https://www.crops.org/publications/cs/articles/47/2/643>>. Acesso em: 10 Jun, 2022. doi: 10.2135/cropsci2006.06.0374.

YAN, W. GGE biplot vs. AMMI graphs for genotype-byenvironment data analysis. **Journal of the Indian Society of Agricultural Statistics**, v. 65, n. 2, p. 181-193, 2011.

YAN, W.; CORNELIUS, P. L.; CROSSA, J.; HUNT, L. A. Two types of GGE Biplot for analyzing multienvironment trial data. **Crop Science**, v. 41, p. 656-663, 2001.

YAN, W.; HUNT, L.A.; SHENG, Q.L.; SZLAVNICS, Z. Cultivar evaluation and mega environment investigation based on the GGE Biplot. **Crop Science**, Madison, v. 40, n.3, p.597- 605, 2000.

YAN, W.; RAJCAN, I.. Biplot evaluation of test sites and trait relations of soybean in Ontario. **Crop Science**, v. 42, p. 11–20, 2002.

YOKOMIZO, G. K.; VELLO, N. A. Coeficiente de determinação genotípica e de diversidade genética em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 11, p. 2223-2228, 2000.

ZOBEL, R.W. et al. Statistical analysis of a yield trial. **Agronomy Journal**, v.80, n.3, p.388-393, 1988. Disponível em:
<<https://www.agronomy.org/publications/aj/abstracts/80/3/AJ0800030388?access=0&view=pdf>>. Acesso em: 24 Jul. 2022. doi:
10.2134/agronj1988.00021962008000030002x.

ZONTA, J. H.; BRANDÃO Z. N.; SOFIATII, V.; BEZERRA, J. R. C.; MEDEIROS, J. C. Irrigation and nitrogen effects on seed cotton yield, water productivity and yield response factor in semi-arid environment. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 1, p. 118-126, 2016.

APÊNDICE

Tabela 1A. Médias das variáveis agrônômicas e tecnológicas de fibra de cada genótipo avaliado no ensaio de VCU no Ambiente 1 (Alagoinha, 2020), classificadas segundo o teste de Scott e Knott (1974) e seus respectivos rankings (R): Produtividade de algodão em caroço (PAC – Kg/ha); Porcentagem de Fibra (PF - %); produtividade de algodão em pluma (PAP); peso de um capulho (PIC); Comprimento de Fibra (UHM); Resistência de Fibra (STR); Micronaire (MIC) Reflectância (RD) e Fiabilidade (CSP).

GENÓTIPOS	PAC	R	PF	R	PAP	R	P1C	R	UHM	R	STR	R	MIC	R	RD	R	CSP	R
BRS 336 ^(T)	3564,06a	3°	37,76d	18°	1349,34a	9°	6,56a	1°	31,56a	4°	35,96a	3°	4,57c	8°	77,62a	4°	3297b	5°
BRS 416 ^(T)	2991,88a	15°	42,57b	7°	1269,75a	13°	5,05b	18°	27,93c	17°	30,89d	16°	4,95a	1°	73,88b	15°	2696d	17°
FM 910 ^(T)	2806,88a	16°	41,82c	11°	1179,22a	16°	6,27b	3°	29,45b	10°	34,13b	9°	4,50c	10°	78,52a	2°	3047c	10°
CNPA GO 2011-48 FL	3817,19a	1°	40,58c	17°	1552,44a	1°	5,93a	9°	29,84b	9°	32,04b	15°	4,46c	13°	75,04b	12°	3028c	11°
CNPA BA 2013-1958 FL	3031,88a	12°	41,31c	13°	1252,97a	14°	5,28b	16°	31,27a	6°	34,89b	6°	3,97f	18°	77,46a	8°	3440a	4°
CNPA BA 2015- 1575FL	3285,31a	8°	40,94c	15°	1344,89a	10°	6,29a	2°	32,63a	1°	37,02a	1°	4,13e	17°	78,52a	3°	3685a	1°
CNPA BA 2015-1754 FL	3014,06a	13°	43,81a	3°	1319,78a	11°	6,06a	4°	31,27a	5°	34,56b	7°	4,66c	5°	72,28b	18°	3233b	6°
CNPA BA 2015-2353 FL	2756,56a	17°	41,64c	12°	1149,54a	18°	5,26b	17°	32,21a	2°	35,80a	4°	4,20e	15°	77,54a	5°	3533a	2°
CNPA BA 2015-2163 FL	3393,13a	7°	42,26b	10°	1423,35a	7°	5,48b	14°	29,94b	8°	33,48c	11°	4,36d	14°	77,50a	7°	3104c	9°
CNPA BA 2015-1583	2739,38	18°	42,40b	9°	1168,56a	17°	5,45b	15°	28,50c	14°	32,89c	12°	4,50c	11°	77,52a	6°	2964c	13°
CNPA BA 2016-1060 FL	3005,63a	14°	40,80c	16°	1220,17a	15°	5,98a	6°	32,15a	3°	36,20a	2°	4,15e	16°	78,64a	1°	3450a	3°
CNPA BA 2016-316	3744,38a	2°	41,27c	14°	1548,27a	2°	5,90a	10°	30,24b	7°	34,32b	8°	4,60c	7°	76,46a	10°	3167c	7°
CNPA BA 2016-696	3489,38a	4°	42,54b	8°	1481,90a	5°	5,83a	11°	28,86c	12°	32,58c	14°	4,69b	4°	75,27b	11°	2903c	15°
CNPA BA 2016-1274	3200,00a	10°	43,47a	4°	1387,25a	8°	6,00a	5°	28,32c	15°	33,95c	10°	4,64c	6°	73,87b	16°	2997c	12°
CNPA BA 2016-1294	3452,50a	6°	43,88a	2°	1517,71a	3°	5,98a	7°	28,16c	16°	32,65c	13°	4,78b	3°	73,66b	17°	2908c	14°
CNPA BA 2016-1299	3231,56a	9°	44,62a	1°	1444,76a	6°	5,51b	13°	28,78c	13°	30,82d	17°	4,56c	9°	74,96b	13°	2807d	16°
CNPA BA 2016-1382	3074,69a	11°	42,94b	6°	1316,21a	12°	5,61b	12°	28,95c	11°	35,26b	5°	4,81b	2°	76,79a	9°	3129c	8°
CNPA BA 2016-3788	3458,13a	5°	43,32a	5°	1495,50a	4°	5,95a	8°	27,28c	18°	30,46d	18°	4,48c	12°	74,35b	14°	2592d	18°
MÉDIAS	3225,36		42,11		1356,75		5,80		29,85		33,77		4,50		76,10		3110	
QMGENÓTIPOS	419039,76 ^{NS}		10,07 ^{**}		70347,24 ^{NS}		0,64 ^{**}		10,85 ^{**}		15,16		0,26		15,43		340883,35	
CV(%)	19,24		2,3		19,14		5,72		3,06		3,56		2,48		2,63		5,56	

^(T) Testemunhas; ** e * significativos a 1 e 5 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns não significativo pelo teste F; Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott (1974).

Tabela 2 A. Médias das variáveis agrônômicas e tecnológicas de fibra de cada genótipo avaliado no ensaio de VCU no Ambiente 2 (Barbalha, 2020), classificadas segundo o teste de Scott e Knott (1974) e seus respectivos rankings (R): Produtividade de algodão em caroço (PAC – kg/ha); Porcentagem de Fibra (PF - %); produtividade de algodão em pluma (PAP); peso de um capulho (P1C); Comprimento de Fibra (UHM); Resistência de Fibra (STR); Micronaire (MIC) Reflectância (RD) e Fiabilidade (CSP).

GENÓTIPOS	PAC	R	PF	R	PAP	R	P1C	R	UHM	R	STR	R	MIC	R	RD	R	CSP	R
BRS 336 ^(T)	4747,19a	6°	37,73e	18°	1789,14b	14°	6,64a	1°	32,56a	3°	35,19a	4°	4,43b	9°	78,82b	12°	3422a	5°
BRS 416 ^(T)	3914,38a	16°	43,26c	8°	1694,25b	16°	5,33c	17°	29,14c	14°	30,79b	16°	4,89a	1°	75,21c	18°	2825c	17°
FM 910 ^(T)	4895,00a	3°	42,84c	9°	2097,45a	4°	6,30a	2°	31,45b	7°	34,97a	6°	4,41b	10°	80,80a	2°	3283b	6°
CNPA GO 2011-48 FL	4183,13a	14°	41,65d	13°	1742,28b	15°	5,83b	11°	30,76b	9°	32,35b	12°	4,25c	12°	80,10a	4°	3003c	12°
CNPA BA 2013-1958 FL	4363,75a	13°	41,31d	15°	1800,66b	12°	5,05c	18°	32,50a	4°	35,89a	2°	3,99d	17°	79,74a	6°	3613a	1°
CNPA BA 2015- 1575FL	4484,69a	11°	41,66d	12°	1870,27b	10°	6,14a	5°	33,08a	1°	36,22a	1°	3,96d	18°	81,28a	1°	3581a	2°
CNPA BA 2015-1754 FL	4717,81a	7°	43,72c	5°	2063,39a	6°	5,46c	15°	32,50a	5°	35,00a	5°	4,46b	7°	78,07b	16°	3433a	4°
CNPA BA 2015-2353 FL	4501,56a	10°	41,29d	16°	1857,99b	11°	5,56c	14°	30,73b	10°	34,63a	7°	4,23c	14°	79,49a	8°	3224b	8°
CNPA BA 2015-2163 FL	5018,44a	2°	41,88d	11°	2099,35a	3°	5,74b	13°	31,23b	8°	32,87b	10°	4,10d	16°	78,48b	14°	3184b	10°
CNPA BA 2015-1583	3241,56a	18°	43,44c	7°	1405,43b	17°	5,41c	16°	29,91c	11°	32,47b	11°	4,48b	6°	80,17a	3°	30120c	11°
CNPA BA 2016-1060 FL	3791,25a	17°	41,50d	14°	1573,97b	18°	5,90b	7°	33,03a	2°	35,72a	3°	4,11d	15°	78,92b	11°	3451a	3°
CNPA BA 2016-316	4803,13a	5°	41,05d	17°	1971,03a	8°	5,88b	8°	31,93a	6°	33,46a	9°	4,33c	11°	79,96a	5°	3227b	7°
CNPA BA 2016-696	4632,19a	8°	42,77c	10°	1977,72a	7°	5,79b	12°	29,50c	12°	31,81b	15°	4,52b	5°	79,44a	9°	2954c	13°
CNPA BA 2016-1274	4119,06a	15°	43,71c	6°	1800,21b	13°	6,26a	4°	29,34c	13°	34,34a	8°	4,46b	16°	78,96b	10°	3194b	9°
CNPA BA 2016-1294	4381,88a	12°	44,21b	3°	1940,04a	9°	6,28a	3°	28,76c	17°	32,17b	13°	4,83a	2°	76,81c	17°	2850c	16°
CNPA BA 2016-1299	4590,31a	9°	45,20a	1°	2077,72a	5°	5,86b	9°	28,53c	18°	30,38b	17°	4,54b	4°	78,14b	15°	2854c	15°
CNPA BA 2016-1382	5757,19a	1°	44,01b	4°	2533,24a	1°	6,04b	6°	28,88c	16°	31,85b	14°	4,64b	3°	79,61a	7°	2862c	14°
CNPA BA 2016-3788	4884,06a	4°	44,74a	2°	2184,62a	2°	5,86b	10°	29,12c	15°	30,24b	18°	4,24c	13°	78,70b	13°	2743c	18°
MÉDIAS	4501,48		42,55		1915,49		5,85		30,72		33,35		4,38		79,04		3151	
QMGenótipos	1196722,83*		12,37**		254175,4**		0,62**		10,36**		15,23**		0,26**		8,09**		302464,94**	
CV (%)	16,57		1,55		16,35		6,76		3,27		4,79		3,3		1,62		7,01	

^(T) Testemunhas; ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns não-significativo pelo teste F; Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott (1974).

Tabela 3A. Médias das variáveis agronômicas e tecnológicas de fibra de cada genótipo avaliado no ensaio de VCU no Ambiente 3 (Serra Talhada, 2020), classificadas segundo o teste de Scott e Knott (1974) e seus respectivos rankings (R): Produtividade de algodão em caroço (PAC – kg/ha); Porcentagem de Fibra (PF - %); produtividade de algodão em pluma (PAP); peso de um capulho (P1C); Comprimento de Fibra (UHM); Resistência de Fibra (STR); Micronaire (MIC) Reflectância (RD) e Fiabilidade (CSP).

GENÓTIPOS	PAC	R	PF	R	PAP	R	P1C	R	UHM	R	STR	R	MIC	R	RD	R	CSP	R
BRS 336 ^(T)	2610,31a	4°	35,99c	18°	940,32a	13°	5,73a	1°	32,78a	1°	37,04a	1°	4,30b	10°	80,20a	2°	3542a	1°
BRS 416 ^(T)	2506,56a	6°	41,07b	12°	1031,65a	6°	4,64b	12°	28,75b	13°	32,10b	15°	4,67a	3°	76,51b	16°	2973b	13°
FM 910 ^(T)	2844,38a	2°	42,55a	9°	1206,74a	2°	4,84b	5°	29,46b	10°	34,13a	9°	4,42b	6°	80,84a	1°	3019b	11°
CNPA GO 2011-48 FL	1998,13a	18°	40,38b	14°	794,15a	18°	4,74b	9°	28,61b	16°	29,96c	18°	3,98c	18°	78,73a	9°	2820b	17°
CNPA BA 2013-1958 FL	2426,88a	8°	40,14b	15°	986,45a	10°	4,33b	18°	30,52a	7°	35,32a	4°	4,14c	15°	75,10b	18°	3344a	5°
CNPA BA 2015- 1575FL	2151,25a	15°	42,00a	11°	899,80a	15°	4,61b	14°	31,48a	3°	35,49a	3°	4,06c	17°	79,48a	5°	3483a	2°
CNPA BA 2015-1754 FL	2166,88a	14°	42,98a	7°	929,57a	14°	4,68b	10°	30,45a	8°	34,39a	8°	4,37b	9°	77,97a	15°	3203a	8°
CNPA BA 2015-2353 FL	2098,44a	16°	39,10b	17°	821,11a	16°	4,68b	11°	30,87a	6°	34,71a	6°	4,08c	16°	75,88b	17°	3325a	6°
CNPA BA 2015-2163 FL	2429,06a	7°	44,00a	3°	1067,02a	4°	4,60b	15°	30,87a	5°	35,20a	5°	4,17c	14°	78,29a	11°	3415a	4°
CNPA BA 2015-1583	2222,19a	13°	42,45a	10°	942,86a	12°	4,45b	16°	27,90b	18°	32,90b	11°	4,70a	2°	79,39a	6°	2877b	15°
CNPA BA 2016-1060 FL	2044,06a	17°	40,02b	16°	814,87a	17°	4,76b	7°	31,40a	4°	36,29a	2°	4,27b	12°	78,29a	10°	3439b	3°
CNPA BA 2016-316	2615,00a	3°	40,50b	13°	1057,96a	5°	5,35a	2°	31,67a	2°	34,55a	7°	4,40b	7°	79,53a	4°	3268a	7°
CNPA BA 2016-696	2229,69a	12°	43,18a	6°	966,85aa	11°	4,44b	17°	29,82b	9°	32,51b	13°	4,38b	8°	78,96a	8°	3111a	10°
CNPA BA 2016-1274	2339,69a	9°	42,90a	8°	1005,89a	7°	4,84b	4°	28,66b	14°	32,71b	12°	4,44b	5°	78,27a	12°	3014b	12°
CNPA BA 2016-1294	3040,94a	1°	43,47a	5°	1321,41a	1°	4,76b	8°	29,40b	11°	32,28b	14°	4,49b	4°	79,68a	3°	3120b	9°
CNPA BA 2016-1299	2247,50a	11°	44,03a	2°	997,45a	9°	4,78b	6°	27,91b	17°	30,44c	17°	4,25b	13°	78,11a	14°	2866b	16°
CNPA BA 2016-1382	2278,75a	10°	43,48a	4°	1000,73a	8°	4,64b	13°	28,62b	15°	33,30b	10°	4,94a	1°	79,10a	7°	2876b	14°
CNPA BA 2016-3788	2514,69a	5°	44,38a	1°	1121,11a	3°	5,15a	3°	29,14b	12°	30,54c	16°	4,27b	11°	78,24a	13°	2795b	18°
MÉDIAS	2375,80		41,81		994,77		4,78		29,90		33,55		4,35		78,48		3138	
QM Genótipos	308667,60 ^{ns}		18,54 ^{**}		70793,50 ^{ns}		0,45 ^{**}		7,95 ^{**}		16,53 ^{**}		0,23 ^{**}		8,51 ^{**}		243593,25 ^{**}	
CV (%)	27,88		4,03		28,62		8,89		3,44		4,88		4,66		1,88		6,61	

^(T) Testemunhas; ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns não-significativo pelo teste F; Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott (1974).

Tabela 4A Médias das variáveis agrônômicas e tecnológicas de fibra de cada genótipo avaliado no ensaio de VCU no Ambiente 4 (Alagoinha, 2021), classificadas segundo o teste de Scott e Knott (1974) e seus respectivos rankings (R): Produtividade de algodão em caroço (PAC – kg/ha); Porcentagem de Fibra (PF - %); produtividade de algodão em pluma (PAP); peso de um capulho (P1C); Comprimento de Fibra (UHM); Resistência de Fibra (STR); Micronaire (MIC) Reflectância (RD) e Fiabilidade (CSP).

GENÓTIPOS	PAC	R	PF	R	PAP	R	P1C	R	UHM	R	STR	R	MIC	R	RD	R	CSP	R
BRS 336 ^(T)	2954.38b	11°	36.12d	18°	1066.79b	17°	6.55a	1°	33.55a	1°	36.83a	1°	4.57b	9°	78.42a	7°	3635.75a	1°
BRS 416 ^(T)	3031.56a	10°	42.12b	12°	1277.09b	9°	4.89d	15°	29.33b	18°	32.41d	16°	4.91a	2°	75.62b	18°	2966.75b	17°
FM 910 ^(T)	3696.25a	1°	41.96b	13°	1557.70a	1°	5.73b	4°	30.51b	10°	35.19b	6°	4.73a	7°	78.18a	10°	3213.25b	9°
CNPA GO 2011-48 FL	3465.63a	2°	39.75c	17°	1373.40a	7°	5.88b	2°	31.83aa	6°	33.57c	13°	4.40b	16°	79.58a	2°	3342.00a	7°
CNPA BA 2013-1958 FL	2591.56b	16°	41.74b	14°	1085.19b	15°	4.66d	17°	31.92a	5°	35.84a	5°	4.42b	15°	77.20b	15°	3435.25a	5°
CNPA BA 2015- 1575FL	2665.31b	14°	42.92b	7°	1142.37b	13°	5.36c	6°	32.83a	3°	36.62a	2°	4.42b	14°	79.11a	3°	3552.75a	3°
CNPA BA 2015-1754 FL	3318.13a	5°	44.79a	2°	1489.32a	3°	5.10c	11°	31.41b	8°	34.29c	11°	5.00a	1°	75.95b	17°	3147.00b	10°
CNPA BA 2015-2353 FL	2488.13b	17°	42.48b	10°	1059.58b	18°	4.65d	18°	33.46a	2°	35.87a	4°	4.26b	17°	78.10a	11°	3603.00a	2°
CNPA BA 2015-2163 FL	3142.19a	9°	40.06c	16°	1255.92b	10°	4.94d	14°	30.81b	9°	33.97c	12°	4.26b	18°	78.72a	5°	3131.00b	11°
CNPA BA 2015-1583	3262.81a	7°	42.66	9°	1395.86a	6°	4.76d	16°	30.13b	11°	32.65d	15°	4.54b	11°	77.97a	12°	3065.75b	13°
CNPA BA 2016-1060 FL	2617.19b	15°	42.18b	11°	1099.53b	14°	5.06c	13°	32.33a	4°	36.49a	3°	4.42b	13°	78.41a	8°	3474.75a	4°
CNPA BA 2016-316	3379.38a	4°	40.18c	15°	1357.41a	8°	5.68b	5°	31.42a	7°	34.64b	8°	4.56b	10°	78.34a	9°	3385.50a	6°
CNPA BA 2016-696	3403.44a	3°	43.71a	3°	1490.34a	2°	5.14c	9°	29.71b	15°	33.47c	14°	4.79a	6°	78.46a	6°	3050.75b	14°
CNPA BA 2016-1274	2446.56b	18°	43.69a	5°	1067.62b	16°	5.11c	10°	29.61b	16°	34.57b	9°	4.91a	3°	76.48b	16°	3016.50b	16°
CNPA BA 2016-1294	3280.94a	6°	42.76b	8°	1400.58a	5°	5.74b	3°	29.81b	13°	34.32c	10°	4.89a	4°	77.38b	13°	3115.50b	12°
CNPA BA 2016-1299	3183.75a	8°	45.10a	1°	1435.21a	4°	5.23c	7°	27.42c	17°	32.40d	17°	4.68a	8°	78.96a	4°	2732.50b	18°
CNPA BA 2016-1382	2742.81b	13°	43.69a	4°	1198.42b	11°	5.09c	12°	29.88b	12°	34.99b	7°	4.81a	5°	79.65a	1°	3249.50b	8°
CNPA BA 2016-3788	2774.38b	12°	42.95b	6°	1191.33b	12°	5.23c	8°	29.79b	14°	31.96d	18°	4.43b	12°	77.31b	14°	3029.50b	15°
MÉDIAS	3024.69		42.16		1274.65		5.27		30.87		34.45		4.61		77.99		3230.39	
QMGenótipos	568068.2 ^{ns}		17.75 ^{**}		111800.52 ^{ns}		0.94 ^{**}		10.26 ^{**}		9.21 ^{**}		0.22 ^{**}		5.24 ^{**}		24433.00 ^{**}	
CV (%)	19.82		2.45		19.99		5.42		4.07		3.23		4.31		1.7		7.18	

^(T) Testemunhas; ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns não-significativo pelo teste F; Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott (1974).

Tabela 5A. Médias das variáveis agrônômicas e tecnológicas de fibra de cada genótipo avaliado no ensaio de VCU no Ambiente 5 (Missão Velha, 2021), classificadas segundo o teste de Scott e Knott (1974) e seus respectivos rankings (R): Produtividade de algodão em caroço (PAC – kg/ha); Porcentagem de Fibra (PF - %); produtividade de algodão em pluma (PAP); peso de um capulho (P1C); Comprimento de Fibra (UHM); Resistência de Fibra (STR); Micronaire (MIC) Reflectância (RD) e Fiabilidade (CSP).

GENÓTIPOS	PAC	R	PF	R	PAP	R	P1C	R	UHM	R	STR	R	MIC	R	RD	R	CSP	R
BRS 336 ^(T)	2042,8125a	6°	33,99f	18°	693,54b	14°	6,09a	2°	35,03a	1°	35,21a	1°	4,05b	10°	80,62b	13°	3768a	1°
BRS 416 ^(T)	1792,1875a	14°	41,27b	4°	740,88b	11°	4,69b	17°	30,80c	14°	29,07b	18°	4,56a	1°	79,32b	18°	3050b	18°
FM 910 ^(T)	1883,75a	12°	39,09d	13°	738,44b	12°	5,60a	3°	31,75c	10°	31,82b	10°	4,21b	4°	81,56a	7°	3137b	15°
CNPA GO 2011-48 FL	2161,88a	2°	36,31e	17°	783,54b	6°	6,35a	1°	32,49b	8°	29,50b	17°	3,89c	13°	80,73b	12°	3194b	11°
CNPA BA 2013-1958 FL	1941,25a	10°	38,31d	15°	743,74b	10°	4,78b	16°	33,83a	4°	33,09a	5°	3,82c	15°	80,06b	15°	3568a	5°
CNPA BA 2015- 1575FL	1769,38a	15°	39,18d	12°	696,40b	13°	5,28b	6°	34,41a	2°	33,93a	3°	3,82c	16°	82,24a	2°	3696a	2°
CNPA BA 2015-1754 FL	2609,69a	1°	41,78b	3°	1090,98a	1°	4,89b	13°	33,23b	6°	32,60a	8°	4,33b	2°	80,95b	9°	3425a	7°
CNPA BA 2015-2353 FL	2020,00a	7°	39,50d	10°	796,83b	5°	4,80b	15°	34,02a	3°	33,13a	4°	3,81c	17°	81,90a	4°	3648a	3°
CNPA BA 2015-2163 FL	1855,94a	13°	36,87e	16°	684,09b	16°	5,11b	11°	33,35b	5°	31,11b	12°	3,64c	18°	81,71a	6°	3510a	6°
CNPA BA 2015-1583	2072,50a	5°	40,28c	6°	834,84b	4°	4,65b	18°	31,01c	12°	32,88a	7°	4,19b	6°	81,86a	5°	3318b	9°
CNPA BA 2016-1060 FL	1908,44a	11°	39,96c	9°	763,71b	7°	4,84b	14°	33,23b	7°	34,28a	2°	3,84c	14°	81,93a	3°	3621a	4°
CNPA BA 2016-316	1946,56a	9°	39,23d	11°	761,16b	8°	5,36b	5°	32,11c	9°	32,04b	9°	4,20b	5°	80,91b	10°	3328b	8°
CNPA BA 2016-696	1963,13	8°	38,79d	14°	760,76b	9°	5,03b	12°	31,20c	11°	30,73b	16°	4,16b	8°	80,62b	14°	3101b	16°
CNPA BA 2016-1274	1607,81a	18°	41,84b	2°	672,33b	17°	5,19b	9°	30,54c	18°	33,01a	6°	4,11b	9°	81,47a	8°	3297b	10°
CNPA BA 2016-1294	2150,31a	3°	39,99c	8°	866,10a	3°	5,39b	4°	30,62c	17°	30,84b	15°	4,17b	7°	79,78b	16°	3163b	13°
CNPA BA 2016-1299	2128,44a	4°	43,44a	1°	922,97a	2°	5,14b	10°	30,66c	15°	31,07b	13°	3,95c	11°	80,89b	11°	3174b	12°
CNPA BA 2016-1382	1625,31a	17°	40,25c	7°	654,33b	18°	5,26b	7°	30,92c	13°	31,30b	11°	4,29b	3°	82,61a	1°	3158b	14°
CNPA BA 2016-3788	1686,56a	16°	40,87b	5°	689,91b	15°	5,21b	8°	30,66c	16°	31,01b	14°	3,91c	12°	79,67b	17°	3076b	17°
MÉDIAS	1953,66		39,50		771,92		5,20		32,21		32,03		4,05		81,04		3345	
QM Genótipos	222350,86*		19,41**		45038,75*		0,82*		9,09**		10,51**		0,21**		3,50**		220467,38**	
CV (%)	17,25		2,21		18,19		8,44		3,05		5,36		4,34		1,35		6,12	

^(T) Testemunhas; ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns não-significativo pelo teste F; Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott (1974).

Tabela 6 A. Caracterização dos ambientes avaliados nos ensaios de VCU conforme critério de Lin e Binns (1988), modificado por Carneiro (1998) e Annicchiarico (1992) para os caracteres produtividade de algodão em caroço (PAC) e produtividade de algodão em pluma (PAP), avaliados em 18 genótipos de algodoeiro cultivados no semiárido nordestino.

AMBIENTE	PAC	PAP	PAC	PAP	CLASSIFICAÇÃO
	(Kg/ha)	(kg/ha)	(Kg/ha)	(kg/ha)	
	MÉDIAS		ÍNDICE AMBIENTAL		
Alagoinha, 2020	2375,79	9947,73	-640,3993	-267,9425	Desfavorável
Barbalha, 2020	3225,36	1356,75	209,1666	94,0387	Favorável
Serra Talhada, 2020	4501,47	1915,48	1485,2777	652,7697	Favorável
Alagoinha, 2021	3024,68	1274,64	8,4895	11,9315	Favorável
Missão Velha, 2021	1953,66	7719,18	-1062,5347	-490,7975	Desfavorável

Tabela 7A. Correlações Classificadoras de Spearman entre os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade.

VARIÁVEL	PAC (Kg/ha)	PAP (kg/ha)
	rs	rs
$\beta 1P_i$	-0,5768*	-0,5273*
$\beta 1W_i$	0,3168 ^{ns}	0,3271 ^{ns}
P_iW_i	-0,9256**	-0,8493**

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade.