



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS IV
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRÁRIAS E EXATAS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

JÉSSICA TRAJANO DA SILVA

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE DIFERENTES VARIEDADES DE
ALGODOEIRO COLORIDO (*Gossypium hirsutum* L.) EM FUNÇÃO DE DOSES
DE BIOFERTILIZANTE**

**CATOLÉ DO ROCHA - PB
2023**

JÉSSICA TRAJANO DA SILVA

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE DIFERENTES VARIEDADES DE
ALGODOEIRO COLORIDO (*Gossypium hirsutum* L.) EM FUNÇÃO DE DOSES
DE BIOFERTILIZANTE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Agronomia da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Ciências Agrárias.

Orientador: Prof. D. Sc. José Geraldo Rodrigues dos Santos

**CATOLÉ DO ROCHA - PB
2023**

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.

S586p Silva, Jessica Trajano da.
Parâmetros fisiológicos de diferentes variedades de algodoeiro colorido (*Gossypium hirsutum* L.) em função de doses de biofertilizante. [manuscrito] / Jessica Trajano da Silva. - 2023.
33 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Humanas e Agrárias, 2023.

"Orientação : Prof. Dr. José Geraldo Rodrigues dos Santos, Departamento de Agrárias e Exatas - CCHA."

1. Algodoeiro colorido. 2. Biofertilizantes. 3. Fisiologia. I.
Título

21. ed. CDD 633.51

JÉSSICA TRAJANO DA SILVA

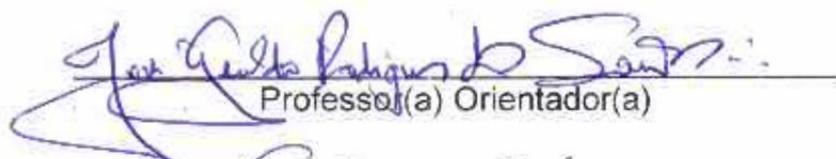
PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE DIFERENTES VARIEDADES DE ALGODOEIRO
COLORIDO (*Gossypium hirsutum* L.) EM FUNÇÃO DE DOSES DE BIOFERTILIZANTE

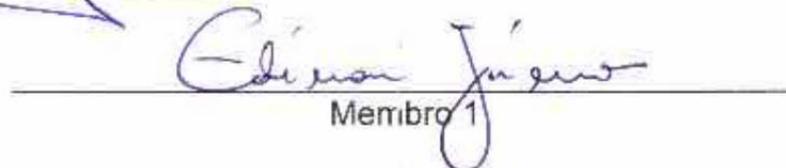
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Bacharelado em Agronomia da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito para obtenção do título de Bacharel
em Agronomia.

Área de concentração: Ciências Agrárias.

Aprovado em: 30/06/2023.

BANCA EXAMINADORA


Professor(a) Orientador(a)


Membro 1


Membro 2

Almira Pereira de Lima
Sebastião Trajano de Andrade
José Cassiano Lucas
Maria Felisbela da Conceição
(*In memoriam*)

À Deus, aos meus pais, Manoel e Francisca,
por todo esforço e dedicação para nunca nos
faltar nada, principalmente amor, aos meus
irmãos, Marcelo e Ionara, sobrinho Murilo,
por sempre se fazerem presentes em minha
vida, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por me conceder diariamente disposição para conquistar meus objetivos. Mesmo em dias de dificuldades em meio as lutas físicas e emocionais, Deus se fez presente em todos os meus dias, me conduzindo e mostrando as melhores decisões a serem tomadas;

À minha família, em especial à minha mãe Francisca Alves da Silva Trajano e meu pai Manoel Trajano Neto, pelo apoio, suporte, carinho, e acima de tudo seu amor verdadeiro e sincero, por serem minha base e a razão para que eu não desistisse dessa jornada;

A Lucivânia e Ivan, que durante todo esse tempo de graduação me acolheram em sua casa;

A Universidade Estadual da Paraíba, pela oportunidade concedida em realizar o curso;

Ao meu orientador, José Geraldo Rodrigues dos Santos, pelo conhecimento transmitido, compreensão, dedicação e orientação;

À Banca Examinadora, nas pessoas de Edivan da Silva Nunes Júnior e Dalila Regina Mota de Melo, pela contribuição dada para melhoria desse trabalho;

A equipe de pesquisa e amigos Natália Lara, Beatriz de Figueredo, Clébia Pereira, Jardel Suassuna, Francisca Lacerda;

A Alex Serafim (meu prestígio), por todo apoio, dedicação, ajuda e por despositar em mim a autoconfiança que muitas vezes me falta;

A Embrapa Algodão, na pessoa do Dr. Farias, pela parceria firmada nessa pesquisa e pelo apoio com as variáveis analisadas;

Aos meus colegas de curso pelo apoio moral e de muitas alegrias e importunos que me tornaram uma pessoa mais experiente e objetiva;

Aos professores responsáveis por ministrarem as disciplinas com esforço e dedicação;

Ao meu amigo José Valderez (Deca), que trabalha na horta próxima ao experimento, pela boas conversas e troca de conhecimento;

Ao diretor e professor Edivan Júnior, por todas as vezes que não mediu esforços para que os trabalhos e experimentos pudessem ser realizados com a maior eficiência, agilidade e responsabilidade;

A Valdeci da Emepa e aos trabalhadores que sempre se dispuseram em nos ajudar nas atividades de campo;

Enfim, a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização desse trabalho;

Muito obrigada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1 Cultura do algodoeiro	5
2.2 Adubação orgânica.....	7
2.3 Biofertilizantes	7
3.METODOLOGIA.....	8
3.1 Local do experimento	8
3.2 Delineamento experimental	9
3.3 Condução do experimento	9
3.4 Biofertilizante	9
3.5 Irrigação	10
3.6 Variáveis analisadas	10
3.7 Análises estatísticas	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
4.1 Variáveis de Fisiologia	11
4.1.1 Fotossíntese líquida	11
4.1.2 Eficiência intrínseca do uso de água	13
4.1.3 Eficiência do uso de água	14
4.1.4 Tranpiração.....	15
4.1.5 Concentração Interna de CO₂	17
4.1.6 Concentração de CO₂ na célula de referência.....	19
4.1.7 Condutância estomática na folha	20
4.1.8 Temperatura da folha	21
5 CONCLUSÕES.....	23
REFERÊNCIAS	24

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE DIFERENTES VARIEDADES DE
ALGODOEIRO COLORIDO (*Gossypium hirsutum* L.) EM FUNÇÃO DE DOSES
DE BIOFERTILIZANTE**

**PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF DIFFERENT COLORED COTTON
VARIETIES (*Gossypium hirsutum* L.) AS A FUNCTION OF BIOFERTILIZER
DOSES**

JÉSSICA TRAJANO DA SILVA¹

RESUMO

O cultivo de algodão de fibra colorida vem ganhando espaço no mercado, com destaque na região Nordeste do Brasil. O estado da Paraíba, que durante muito tempo foi destaque na cotonicultura volta novamente a se destacar no mercado nacional, estando entre o maiores produtores de algodão colorido, sendo impulsionado pela agricultura familiar, tanto em manejo orgânico quanto convencional. Portanto, objetivou-se, com a presente pesquisa, estudar os efeitos da aplicação de doses de biofertilizante na fisiologia de genótipos de algodão em condições semiáridas do município de Catolé do Rocha-PB. A pesquisa foi conduzida no CCHA da UEPB, Campus-IV, Catolé do Rocha/PB. O delineamento experimental adotado na pesquisa foi o de blocos casualizados, com 25 tratamentos, no esquema fatorial 5x5 (biofertilizante x genótipos), com quatro repetições, totalizando 100 parcelas experimentais, com 3 plantas/parcela, perfazendo 300 plantas experimentais. Foram estudados os efeitos de 5 doses de biofertilizante ($D_1 = 0$; $D_2 = 200$; $D_3 = 400$; $D_4 = 600$ e $D_5 = 800$ mL/20 litros de água) 5 genótipos ($V_1 =$ CNPA BA 2011 49-70 FL; $V_2 =$ BRS Rubi; $V_3 =$ BRS Verde; $V_4 =$ CNPA 2012-17-2 (28A) e $V_5 =$ BRS Jade) na fisiologia do algodoeiro herbáceo. O semeio foi feito por plantio direto, no espaçamento de 1,00 m entre linhas e 7 plantas por metro. As variáveis analisadas foram: fotossíntese líquida (FL), eficiência intrínseca no uso da água (EIUA), eficiência do uso da água (EUA), transpiração (T), concentração interna de CO₂ (C_i), concentração de CO₂ na célula de referência (CCR), condutância estomática na folha (CEF) e temperatura da folha (TF). As diferentes doses de biofertilizante influenciam positivamente a fisiologia das variedades de algodão na faixa 200 e 400 mL/20 L de água. Os maiores valores dos parâmetros fisiológicos de algodoeiro herbáceo foram encontrados nas variedades “Branco” e “Diamante”, seguidos de “Jade”, “Verde” e “Rubi”. O uso de biofertilizante de esterco bovino enriquecido aplicado quinzenalmente acima dos limites ótimos proporciona efeito negativo no metabolismo fisiológico das variedades de algodão. A aplicação de biofertilizante líquido em dosagens adequadas acarreta em plantas bem desenvolvidas fisiologicamente, podendo, desta forma, ser recomendado na fertilização orgânica do algodão.

Palavras-chave: Algodoeiro colorido. Biofertilizantes. Fisiologia.

¹ Aluna do curso de Bacharelado em Agronomia – Universidade Estadual da Paraíba – Campus IV – Catolé do Rocha-PB. jessicatrajano.04@gmail.com

ABSTRACT

The cultivation of colored fiber cotton has been gaining space in the market, with prominence in the Northeast region of Brazil. The state of Paraíba, which was a highlight in cotton farming for a long time, is once again standing out in the national market, being among the largest producers of colored cotton, driven by family agriculture, both in organic and conventional management. Therefore, the objective of this research was to study the effects of biofertilizer application on the physiology of cotton genotypes in semi-arid conditions in the municipality of Catolé do Rocha-PB. The research was conducted at CCHA of UEPB, Campus-IV, Catolé do Rocha/PB. The experimental design adopted in the research was randomized complete blocks, with 25 treatments in a 5x5 factorial scheme (biofertilizer x genotypes), with four replications, totaling 100 experimental plots, with 3 plants/plot, making a total of 300 experimental plants. The effects of 5 doses of biofertilizer (D1= 0; D2 = 200; D3 = 400; D4 = 600 and D5 = 800 mL/20 liters of water) and 5 genotypes (V1 = CNPA BA 2011 49-70 FL; V2 = BRS Rubi; V3 = BRS Verde; V4 = CNPA 2012-17-2 (28A) and V5 = BRS Jade) on the physiology of herbaceous cotton were studied. The sowing was done through direct planting, with a spacing of 1.00 m between rows and 7 plants per meter. The analyzed variables were: net photosynthesis (FL), intrinsic water use efficiency (EIUA), water use efficiency (EUA), transpiration (T), internal CO₂ concentration (C_i), reference cell CO₂ concentration (CCR), stomatal conductance in the leaf (CEF), and leaf temperature (TF). The different doses of biofertilizer positively influence the physiology of cotton varieties in the range of 200 and 400 mL/20 L of water. The highest values of physiological parameters of herbaceous cotton were found in the "Branco" and "Diamante" varieties, followed by "Jade", "Verde", and "Rubi". The use of enriched liquid biofertilizer from bovine manure applied fortnightly above the optimal limits has a negative effect on the physiological metabolism of cotton varieties. The application of liquid biofertilizer in appropriate doses results in well-developed plants physiologically, and can therefore be recommended for organic fertilization of cotton.

Keywords: Colored cotton. Biofertilizers. Physiology.

¹ Student of the bachelor's degree in Agronomy – State University of Paraíba – Campus IV – Catolé do Rocha-PB. jessicatrajano.04@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

O algodão naturalmente colorido tem origem na América antiga, onde tecelões já trabalhavam com algodões de coloração marrom e verde, desde sua domesticação há 4.500 anos (NARAYANAN; SUNDARAM,1996). O algodoeiro é uma das mais importantes culturas cultivadas no mundo, sendo para muitos países uma fonte de renda essencial com expressiva importância socioeconômica (OERKE, 2006), podendo ser usado como matéria prima para produção de óleo vegetal e ração animal, sendo a principal fibra natural utilizada na indústria têxtil, configurado como o principal destino comercial do algodão (VASCONCELOS et al., 2018).

Apesar de a cultura do algodoeiro ser altamente resistente ao déficit hídrico, o seu crescimento e produtividade podem ser afetados por inúmeros fatores. Dentre esses, o fornecimento adequado de água e manejo de adubação. A falta de água no sistema pode afetar, principalmente, os processos fisiológicos da planta, refletindo no crescimento, desenvolvimento e conseqüentemente em seu potencial de produtividade (NÁPOLES et al., 1999), através dos efeitos causados sobre a fotossíntese, absorção de nutrientes e expansão foliar (STEPHENSON et al., 2011).

Nesse sentido o sistema orgânico de produção permite o uso de resíduos de origem animal, vegetal, agroindustrial e outros, tais como esterco de animais, compostos orgânicos, húmus de minhoca e biofertilizante, com a finalidade de aumentar a produtividade das culturas de maneira saudável e sem agredir o meio ambiente (DAROLT, 2002).

Entre as alternativas de adubação orgânica, o biofertilizante é uma alternativa sustentável, além de ser um produto simples e econômico, podendo ser produzido pelo próprio agricultor, gerando economia de insumos (fertilizantes químicos). Para Penteado (2004), a utilização deste insumo deve ser estimulada tanto na pulverização das plantas como aplicação direta nos solos. Santos e Santos (2008) citam que o biofertilizante foliar aumenta a resistência da planta contra pragas e doenças, por conter na sua fórmula alguns elementos do controle fitossanitário.

A aferição de variáveis fisiológicas no algodoeiro pode auxiliar na identificação de estresses de natureza biótica e abiótica. Paiva et al. (2005) citam que a redução no crescimento das plantas está relacionada à diminuição da atividade fotossintética, o que pode ser resultante do aumento na resistência difusiva estomática. Os estômatos estão diretamente relacionados com as trocas gasosas para a respiração e a fotossíntese, influenciando na produtividade das plantas, regulando a condutância difusiva foliar, influenciando a perda de água e o ganho de carbono (BARBOSA et al., 2019).

O programa de melhoramento de algodão da EMBRAPA, desenvolveu cultivares com novas tonalidades, dentre elas: BRS Rubi, BRS Verde, e BRS Jade e BRS Safira (EMBRAPA, 2010), cultivares adaptadas as condições semiáridas, além de dispensar a necessidade de tingimento artificial da fibra, tais substâncias poluem o meio ambiente principalmente em efeitos tóxicos sobre a fauna e flora aquática (LALNUNHLIMI; KRISHNASWAMY, 2016).

A partir da implantação de novas cultivares de algodão, torna-se importante a realização de trabalhos, em diversos locais, com diferentes tipos de clima e de solo, determinando populações de plantas que proporcionem melhor desenvolvimento, maiores produtividades e melhores qualidades de fibra.

Diante do exposto, objetivou-se estudar os efeitos da aplicação de doses de biofertilizante na fisiologia de genótipos de algodão em condições semiáridas do município de Catolé do Rocha-PB.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do algodoeiro

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma planta de origem tropical, classificada como uma dicotiledônea pertencente à ordem das Malvales, gênero *Gossypium* e família das Malváceas, da classe das dicotiledôneas e gênero *Gossypium*, possuindo hábito de crescimento indeterminado, seu crescimento vegetativo ocorre com aparecimento de gemas reprodutivas, florescimento, crescimento e maturação de frutos ocorrem simultaneamente (ROSOLEM, 2007). Inicialmente, a planta tem crescimento lento, a partir dos 25-30 dias após a emergência desenvolve-se rapidamente, onde a absorção e exigências nutricionais seguem de acordo com as fases fenológicas da planta (CARVALHO, 2007).

Atualmente, é cultivado em mais de 60 países, nos cinco continentes. O Brasil, nos últimos anos, tem se mantido entre os cinco maiores produtores mundiais de algodão ao lado de países como China, Índia, Estados Unidos e Paquistão, além de estar entre os maiores exportadores mundiais (ABRAPA, 2022). A oferta mundial de algodão em pluma na safra 2021/22 totalizou 44,48 milhões de toneladas (USDA, 2022).

São conhecidas quatro espécies de algodoeiros cultivados: *Gossypium arboreum*, *Gossypium herbaceum*, *Gossypium hirsutum* e *Gossypium barbadense*. Dentre as quatro espécies, a *Gossypium hirsutum* L. é a mais cultivada no mundo para a produção da fibra de algodão, correspondendo por 82% da matéria prima produzida (CARVALHO, 2008; SOUZA; PEIXOTO TOLEDO, 1985), sendo explorada economicamente numa ampla faixa tropical e em algumas regiões subtropicais (GOMES; BORÉM, 2013).

Historicamente, a cultura do algodão na região Nordeste atingiu o seu ápice de importância econômica e social na década de setenta, onde a cultura era responsável pela geração de empregos no campo e fornecia matéria prima. Contudo, em meados da década de oitenta a cultura entrou em crise, sendo impactada principalmente pela praga do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*), afetando os sistemas de produção dos pequenos produtores, gerando falência do sistema (FREIRE et al., 2008).

O algodão agroecológico é de grande relevância econômica e ambiental, promovendo uma interação com os agricultores e consumidores, visando atender um nicho de mercado com maior exigência por qualidade, se tratando de um produto com grande importância social, cultural, ambiental, econômica e produtiva (CHAPARRO-AFRICANA; PÁRAMO, 2022).

No ano de 2021, aproximadamente 66% de toda a produção brasileira de algodão naturalmente colorido ocorreu no estado da Paraíba (ZACHARIAS et al., 2021). A produção orgânica de algodão colorido é impulsionada principalmente pela agricultura de base familiar. No ano de 2021 foi alcançado uma produtividade de 1.200 kg por hectare (EMPAER, 2021).

A BRS Rubi constitui-se em uma variedade herbácea de ciclo anual (140 a 150 dias), resultante do cruzamento de espécies de fibra marrom escuro com a variedade herbácea branca CNPA 7H (CARVALHO, 2008). A BRS Verde constitui-se em uma variedade herbácea de ciclo anual (130 a 140 dias), resultante do cruzamento do Arkansas Green de fibra verde, com a cultivar de fibra branca CNPA 7H (CARVALHO, 2009). A BRS Jade foi selecionada a partir de cruzamento bi parental entre um material de fibra branca adaptada e outro de fibra colorida, possuindo fibra de coloração marrom-clara, com elevado potencial produtivo nos ambientes de Cerrado e Semiárido (FARIAS et al., 2017). A linhagem CNPA 2012-17-2(28A) selecionada a partir de cruzamentos derivados de hibridização interespecífica com *G.barbadense*, possui fibra de coloração marrom claro (CARVALHO et al., 2022). A linhagem CNPA BA 2011- 4970 FL, de coloração branca, possui características tecnológicas de fibra longa com elevada qualidade (EMBRAPA, 2016).

No Brasil, a cotonicultura é considerada uma das principais atividades no setor de produção agrícola. A safra de 2021/2022 foi de aproximadamente 6.661.000 toneladas de algodão em caroço (CONAB, 2022), sendo que a quantidade de pluma de algodão exportada foi de 1.600.252,79 toneladas (ABRAPA,2022). O Centro-oeste brasileiro destaca-se como a maior região produtora de algodão em caroço, sendo que, com 4,6 milhão de toneladas, o Mato Grosso se destaca como o principal estado produtor, seguido por Bahia, Goiás e Mato Grosso do Sul (CONAB, 2022).

A região Nordeste tem se destacado na produção de algodão, sendo uma das atividades

agrícolas de grande valor para o agronegócio brasileiro, com uma produção de algodão estimada em 1.576,6 mil toneladas, distribuídas entre os estados de Alagoas, Bahia, Ceará Paraíba, Piauí, Maranhão e Rio Grande do Norte. O estado da Bahia destaca-se como maior produtor (1.378,0 mil t), seguido do Maranhão (118,3 mil t) e Piauí (68,6 mil t). A Paraíba detém uma produção de 1,8 mil t de algodão em caroço (ABRAPA, 2022).

2.2 Adubação orgânica

A adubação orgânica presume que a fertilidade do solo deve ser mantida ou melhorada, utilizando-se recursos naturais e atividades biológicas. Muitas vezes sendo utilizado recursos locais, bem como subprodutos orgânicos que proporcionem o fornecimento de nutrientes de forma ampla e diversificada, prioriza-se a ciclagem de nutrientes por meio de restos culturais, compostos e resíduos orgânicos e adubações verdes com leguminosas ou plantas espontâneas (SEDIYAMA et al., 2014).

Existem diversas formas para aumentar a fertilidade do solo, dentre elas está englobada a adubação orgânica (FOLONI et al., 2016; LEITE et al., 2015), que consiste em práticas sustentáveis que preservam o meio ambiente e seus recursos naturais. A longo prazo, a adubação orgânica libera nutrientes devido à necessidade de mineralização pelos microrganismos (OTERO et al., 2019), mantendo a disponibilidade de nutrientes nos níveis requeridos pelas plantas por um período maior (ARIF et al., 2017).

No solo, o fornecimento de materiais orgânicos aumenta a CTC (Capacidade de Troca de Cátions), melhora sua estrutura física e atua mantendo nutrientes catiônicos, como K, na zona de absorção radicular, disponibilizando e aumentando a disponibilidade de água e nutrientes (NASCIMENTO et al., 2017; CHEN et al., 2021). Como evidências dos indicadores biológicos eficientes da saúde do solo, os microrganismos transcorrem uma variedade de processos vitais envolvidos no crescimento e nutrição de plantas (LEHMANN et al., 2020; WANG et al., 2022).

2.3 Biofertilizante

O biofertilizante é um produto líquido que pode ser obtido a partir da fermentação anaeróbica, ou seja, sem a presença de ar, da matéria orgânica (SINHA et al., 2014), não sendo responsável apenas por melhorar as propriedades físico-químicas do solo, mas também afetam a estrutura e a função dos microrganismos por meio de alterações no carbono microbiano, na diversidade da microbiota e no nível da comunidade (APONTE et al., 2022; JAVORECOVA et al., 2015).

São bactérias e fungos que contribuem no aumento e crescimento do vegetal por meio da colonização feita no solo e do interior da planta e pela disponibilidade de nutrientes que podem ser adicionados às sementes, superfície da planta ou solo (NOSHEEN et al., 2021; RIAZ et al., 2020)

O biofertilizante é produzido a partir da decomposição de compostos orgânicos e da fermentação por microrganismos, são micróbios vivos benéficos ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas, impactando na diversidade da comunidade microbiana do solo como: pH, textura do solo e matéria orgânica, que influenciam no crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas (RAIMI et al., 2021).

O setor de produção agrícola demanda por grande quantidade de insumos químicos, devendo ser buscadas alternativas sustentáveis afim de garantir o uso racional dos recursos naturais (FAO, 2019), sendo abordado práticas que impactem de forma positiva no meio ambiente, dinamizando a relação entre insumos agroecológicos, dinâmica do solo e resultados satisfatórios de produção (ROTHÉ et al., 2019; AMOAH-ANTWI et al., 2020).

Portanto, faz-se necessário a aplicação de novas tecnologias associadas a produção agrícola afim de otimizar os rendimentos de produção. O uso de biofertilizantes alcança ótimos resultados de produção, além de ser um produto sustentável e reduzir resíduos que seriam descartados no meio ambiente.

3. METODOLOGIA

3.1 Local do experimento

O experimento foi realizado, no período de julho de 2022 a novembro de 2022, em condições de campo no setor de Agroecologia, pertencente ao Centro de Ciências Humanas e Agrárias (CCHA), da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campus IV, no município de Catolé do Rocha – PB, tendo as coordenadas geográficas de Latitude 6° 20' S e Longitude 34° 44', com altitude de 275 m (MASCARENHAS et al., 2005).

Conforme a classificação climática de Köppen-Geiger (ALVARES et al., 2013), o município de Catolé do Rocha possui clima do tipo BSh, ou seja, quente e seco do tipo estepe, com temperatura média anual de 30,9 °C e evapotranspiração média anual de 1707,0 mm. A precipitação pluvial média é de 849,1 mm ao ano, cuja maior parte é concentrada no quadrimestre fevereiro/maio (CEINFO, 2013). A vegetação nativa do município é do tipo caatinga hipernativa, com predominância de plantas espinhosas, sendo rica em cactáceas e bromeliáceas.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado na implantação da pesquisa foi o de blocos casualizados, no esquema fatorial 5 x 5, com quatro repetições, totalizando 100 parcelas experimentais, com 3 plantas/parcela, perfazendo 300 plantas experimentais. Foram estudados os efeitos de 5 genótipos de algodão: BRS Rubi; BRS Jade; BRS Verde; CNPA 2012-17-2(28A) e CNPA BA 2011 49-70 FL e de 5 doses de biofertilizante (D1= 0; D2 = 200; D3 = 400; D4 = 600 e D5 = 800 mL/20 litros de água) na fisiologia do algodoeiro herbáceo.

3.3 Condução do experimento

O preparo do solo para implantação da cultura, foi feito de uma aração, na profundidade de 30 cm, e duas gradagens cruzadas. O espaçamento adotado foi o de 1,0 m entre linhas e 7 plantas por metro linear, sendo realizado semeio direto, colocando 12 a 15 sementes por metro. Quando as plantas estavam com três pares de folhas definidas, foi realizado o desbaste, deixando-se 7 plantas por metro, resultando numa densidade da ordem de 4375 plantas na área experimental de 625 m², correspondente a 70 mil plantas por hectare. As sementes dos genótipos foram provenientes do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (CNPA) da Embrapa Algodão, semeadas a 2 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante.

Para o controle das pragas do algodoeiro, foram feitas aplicações preventivas e alternadas, em intervalos de 7 dias, com 3 defensivos naturais. O primeiro deles foi o defensivo borosão, preparado à base de sabão, fumo e querosene, aplicado na dosagem de 650 mL/20 litros de água. O segundo foi o extrato da castanha do caju, preparado à base de castanha de caju e álcool, aplicado na dosagem de 200 mL/20 litros de água. O terceiro defensivo natural foi o extrato concentrado de nim, na dosagem de 120 mL/20 litros de água (SANTOS e SANTOS, 2008).

As adubações foram realizadas, quinzenalmente, com pulverizações foliares de biofertilizante, nas diluições previstas no projeto. Foram realizadas 5 adubações foliares, sendo a primeira aos 15 dias após a germinação das sementes e última quando as plantas estavam com a idade de 75 dias.

3.4 Biofertilizante

O biofertilizante bovino foi produzido de forma anaeróbia em recipientes plásticos (biodigestores) com tampa, com capacidade individual para 240 litros, contendo uma mangueira ligada a uma garrafa plástica com água para retirada do gás metano produzido pela fermentação do material através de microrganismos (bactérias). Em cada biodigestor, foram colocados 70 kg de esterco verde de vacas em lactação, 120 L de água, 4 kg de farinha de rocha MB4, 5 kg de leguminosa (*Vigna unguiculata* L. Walp.), 2 kg de cinza de madeira, 5 kg de

açúcar ou melão e 5 L de leite, conforme metodologia proposta por Santos et al. (2014).

As características químicas do biofertilizante foram feitas no Laboratório de Análise de Plantas, pertencente à universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia PB. Foram constatados valores de pH de 7,10, condutividade elétrica de 5,13 dS m⁻¹, 1,75 cmolc dm⁻³ de cálcio, 1,20 cmolc dm⁻³ de magnésio, 1,34 cmolc dm⁻³ de sódio, 0,91 mg dm⁻³ de potássio, 2,53 cmolc dm⁻³ de cloreto, 0,33 cmolc dm⁻³ de carbonato, 1,56 cmolc dm⁻³ de bicarbonato e 0,79 cmolc dm⁻³ de sulfato.

3.5 Irrigação

Os genótipos de algodoeiro foram irrigados através de sistema localizado, sendo a distribuição da água feita por mangueiras gotejadoras. A água foi bombeada de um poço amazonas através de uma bomba trifásica com potência de 1,5 CV, sendo conduzida através de canos de PVC de 50 mm e distribuída nas linhas terciárias por mangueiras gotejadoras de 16 mm, com furos distanciados de 20 cm. As irrigações foram feitas diariamente, sendo as quantidades de água aplicadas calculadas com base na evaporação do tanque classe A, repondo-se no dia seguinte o volume correspondente à evaporação do dia anterior.

3.6 Variáveis analisadas

A fisiologia do algodoeiro herbáceo foi avaliada aos 60 DAS, no horário das 7:00 às 09:00 h da manhã, a partir da mensuração das seguintes variáveis: fotossíntese líquida ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência intrínseca no uso da água ($\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$), eficiência do uso da água ($\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$), transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$), concentração interna de CO₂ ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), concentração de CO₂ na célula de referência ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), condutância estomática na folha ($\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e temperatura da folha (°C). Essas análises foram feitas com um determinador de trocas gasosas em plantas, contendo um analisador de gás infravermelho - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo CIRAS-3, da PP Systems - Labcontrol). As leituras foram realizadas na terceira folha totalmente expandida contada a partir da gema apical, conduzidas sob condições naturais de temperatura do ar, concentração de CO₂ e utilizando uma fonte artificial de radiação de 1200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. A colheita foi iniciada quando 90% dos capulhos estavam abertos e em dias de sol, sendo realizada manualmente.

3.7 Análises estatísticas

Os efeitos dos diferentes genótipos e de doses de biofertilizante na produção e fisiologia do algodoeiro herbáceo colorido foram avaliados através de métodos normais de análises de variância (Teste F), utilizando-se o modelo polinomial (FERREIRA, 2000), enquanto o confronto de médias foi feito pelo teste de Tukey e os valores relativos as doses de biofertilizante foram analisadas por regressão, utilizando-se o programa estatístico SISVAR

para realização das análises estatísticas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis Fisiológicas

As análises estatísticas das variáveis fisiológicas de algodoeiros coloridos revelaram efeitos significativos das doses de biofertilizante e das diferentes variedades exploradas, aos níveis de 0,05 e de 0,01 de probabilidade, pelo teste F, sobre a fotossíntese líquida, a eficiência intrínseca do uso da água, a eficiência do uso da água, a transpiração, a concentração interna de carbono, a concentração de carbono na célula, a condutância estomática e a temperatura da folha (Tabelas 1 e 2). A interação dose de biofertilizante x variedades também apresentou significância estatística para as referidas variáveis, indicando que as doses de biofertilizante se comportaram de maneira diferente dentro das variedades de algodoeiros estudadas e vice-versa.

Tabela 1. Resumo das análises de variância da fotossíntese líquida (FL), eficiência intrínseca do uso da água (EIUA), eficiência do uso da água (EUA) e transpiração (T) de diferentes variedades de algodoeiro.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		FL	EIUA	EUA	T
Doses de Biofertilizante (DB)	4	33,085**	0,440**	0,475*	0,325*
Variedades Algodoeiro (VA)	4	743,735**	5,765**	4,075**	35,800**
Interação DBxVA	16	35,475**	0,321**	0,487**	0,718**
Resíduo	75	2,073	0,066	0,170	0,293
Coeficiente de Variação (%)	-	6,28	10,99	11,44	1,57

** e * - Significativos, aos níveis de 0,01 e 0,05 de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 2. Resumo das análises de variância da concentração interna de carbono (CIC), concentração de carbono na célula (CCC), condutância estomática (CE) e temperatura da folha (TF) de diferentes variedades de algodoeiro.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		CIC	CCC	CE	TF
Doses de Biofertilizante (DB)	4	976,065**	1083,260**	57996,590**	0,325*
Variedades Algodoeiro (VA)	4	13354,165**	4256,885**	321439,590**	35,800**
Interação DBxVA	16	3344,608**	248,372**	129839,102**	0,718**
Resíduo	75	257,780	19,246	602,5303,63	0,293
Coeficiente de Variação (%)	-	6,28	1,21	3,63	1,57

** e * - Significativos, aos níveis de 0,01 e 0,05 de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

4.1.1 Fotossíntese líquida

As equações de regressão ajustadas aos dados experimentais da fotossíntese líquida de diferentes variedades de algodoeiro colorido, resultantes do desdobramento da interação dose de biofertilizante x variedade (Tabela 3), tiveram efeitos interativos significativos, com comportamento quadrático para as variedades V₂ (Rubi), V₃ (Verde), V₄ (Diamante) e V₅ (Jade), com coeficientes de determinação de 0,98; 0,98; 0,98 e 0,98, respectivamente (Figura 1).

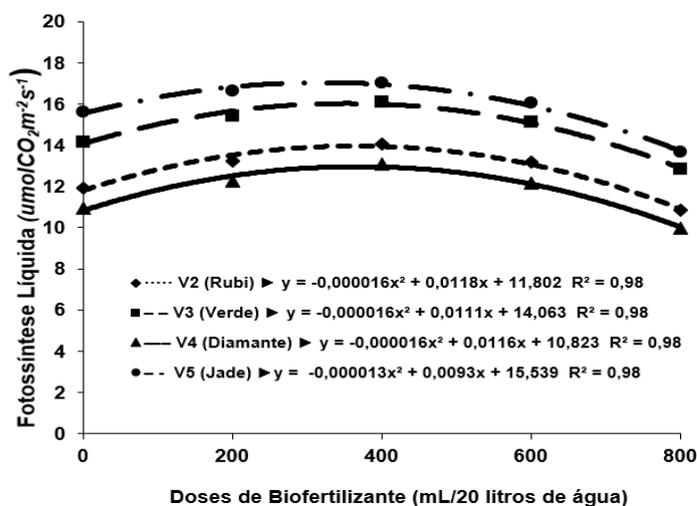
Observa-se que a fotossíntese líquida aumentou de forma quadrática com o incremento da dose de biofertilizante até os limites ótimos de e 368,8; 346,8; 362,5 e 357,6 mL/20 litros de água nos tratamentos que receberam as variedades V₂, V₃, V₄ e V₅, respectivamente, proporcionando valores de 13,9; 15,9; 12,9 e 17,2 $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$, havendo reduções a partir desses patamares. Observa-se que variedade Jade foi a que apresentou maior fotossíntese líquida, vindo, em seguida, em ordem decrescente, as variedades Verde, Rubi e Diamante. Os valores não significativos da interação dose de biofertilizante x variedade de algodoeiro verificados quando da aplicação da variedade V₁ (Branco) variaram de 12,7 a 14,1 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$. É possível afirmar que a maior eficiência da fotossíntese pode ser devido ao maior período de fornecimento de nutrientes fornecidos pelos adubos orgânicos via solo e via foliar, o que pode ter melhorado a atividade fotossintética da planta (SINGH e AHLAWAT, 2014), contribuindo para aumentar os índices de crescimento, que pode ser confirmado pelo comportamento positivo nas variáveis de produção até limites máximos.

Tabela 3. Resumo do desdobramento da interação significativa de dose de biofertilizante x variedade de algodão na taxa de fotossíntese líquida na folha de variedades de algodoeiro de diferentes colorações.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		Variedades de Algodoeiro de Diferentes Colorações				
		Branco	Rubi	Verde	Diamante	Jade
Doses de Bio	4	5,050 ^{ns}	34,325**	106,050**	9,750*	19,825**
Reg. Linear	1	0,400 ^{ns}	38,025**	160,000**	12,857*	36,100**
Reg. Quadrática	1	19,600 ^{ns}	70,225**	160,000**	18,225**	37,157**
Reg. Cúbica	1	0,128 ^{ns}	27,160**	98,414**	4,900 ^{ns}	4,017 ^{ns}
Desv. Regressão	1	0,071 ^{ns}	1,889 ^{ns}	5,785 ^{ns}	3,017 ^{ns}	2,025 ^{ns}
Resíduo	75	2,073	2,073	2,073	2,073	2,073

** - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade, * significativo ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste F;
^{ns} – Não significativo.

Figura 1. Variações da fotossíntese líquida de algodoeiros coloridos em função do uso de diferentes doses de biofertilizante dentro das variedades V₂, V₃, V₄ e V₅.



4.1.2 Eficiência Intrínseca do Uso da Água

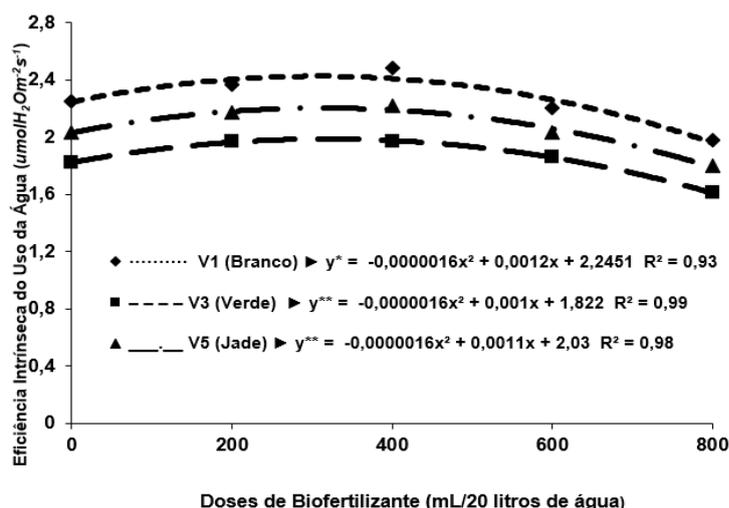
As equações de regressão ajustadas aos dados experimentais da eficiência intrínseca do uso da água de diferentes variedades de algodoeiro colorido, resultantes do desdobramento da interação dose de biofertilizante x variedade (Tabela 4), tiveram efeitos interativos significativos, com comportamento quadrático para as variedades V₁ (Branco), V₃ (Verde) e V₅ (Jade), com coeficientes de determinação de 0,93; 0,99 e 0,98, respectivamente (Figura 2). Observa-se que a eficiência intrínseca do uso da água aumentou com o incremento da dose de biofertilizante até os limites ótimos de e 375,0; 312,5 e 343,7 mL/20 litros de água nos tratamentos que receberam as variedades V₁, V₃ e V₅, respectivamente, proporcionando valores de 2,4; 1,9 e 2,2 $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$, havendo reduções a partir desses patamares. Observa-se que variedade Branco foi a que apresentou maior eficiência intrínseca do uso da água, vindo, em seguida, em ordem decrescente, as variedades Jade e Verde. Os valores não significativos da interação dose de biofertilizante x variedade de algodoeiro verificados quando da aplicação das variedades V₂ (Rubi) e V₄ (Diamante) variaram de 1,5 a 1,7 e de 1,6 a 1,8 $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente. As maiores eficiências intrínsecas no uso da água garantem maiores absorções de CO₂ com mínimas perdas de água (TAIZ et al., 2017), o que pode ser visto nos resultados desses dados, onde a variedades V₃ e V₅ obtiveram resultados significativos para as variáveis de eficiência intrínseca no uso da água e concentração interna de CO₂.

Tabela 4. Resumo do desdobramento da interação significativa de dose de biofertilizante x variedade de algodão na eficiência intrínseca do uso da água de variedades de algodoeiro de diferentes colorações.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		Variedades de Algodoeiro de Diferentes Colorações				
		Branco	Rubi	Verde	Diamante	Jade
Doses de Bio	4	0,175*	0,050 ^{ns}	0,700**	0,000 ^{ns}	0,800**
Reg. Linear	1	0,071 ^{ns}	0,071 ^{ns}	0,446*	0,000 ^{ns}	0,400*
Reg. Quadrática	1	0,400*	0,100 ^{ns}	1,225**	0,000 ^{ns}	1,600**
Reg. Cúbica	1	0,225 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,900**	0,000 ^{ns}	0,914**
Desv. Regressão	1	0,003 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,228 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,285 ^{ns}
Resíduo	75	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066

*- Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade, * significativo ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste F; ^{ns} – Não significativo.

Figura 2. Variações da eficiência intrínseca do uso da água de algodoeiros coloridos em função do uso de diferentes doses de biofertilizante dentro das variedades V₂, V₃, V₄ e V₅.



4.1.3 Eficiência do Uso da Água

As equações de regressão ajustadas aos dados experimentais da eficiência do uso da água de diferentes variedades de algodoeiro colorido, resultantes do desdobramento da interação dose de biofertilizante x variedade (Tabela 5), tiveram efeitos interativos significativos, com comportamento quadrático para as variedades V₁ (Branco), V₃ (Verde) e V₄ (Diamante), com coeficientes de determinação de 0,97; 0,96 e 0,98, respectivamente (Figura 3). Observa-se que a eficiência do uso da água aumentou de forma quadrática com o incremento da dose de biofertilizante até os limites ótimos de 400,0; 385,7 e 342,8 mL/20 litros de água nos tratamentos que receberam as variedades V₁, V₃ e V₄, respectivamente, proporcionando valores de 2,1; 1,8 e 1,7 $mmolCO_2molH_2O^{-1}$, havendo reduções a partir desses patamares. Observa-se que variedade Branco foi a que apresentou maior eficiência do uso da água, vindo, em seguida, em ordem decrescente, as variedades Verde e Diamante. Os valores não significativos da interação dose de biofertilizante x variedade de algodoeiro verificados quando

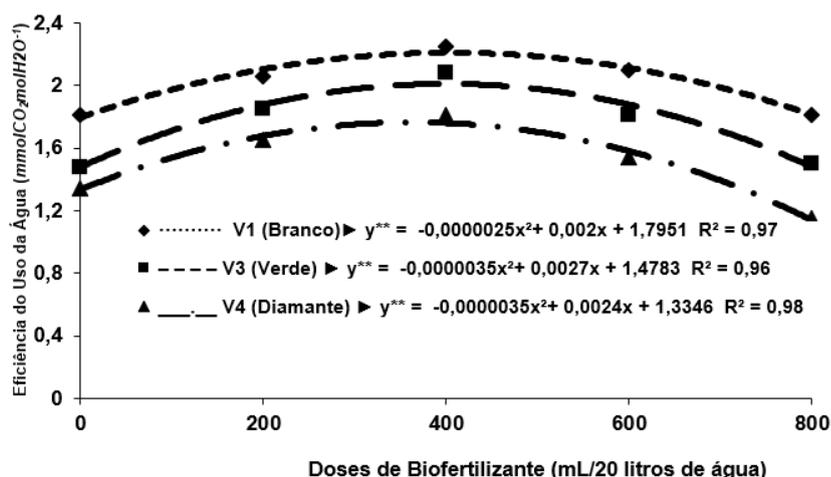
da aplicação das variedades V₂ (Rubi) e V₅ (Jade) variaram de 1,3 a 1,5 e de 1,6 a 1,7 $\mu\text{molH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente. A diminuição do teor de umidade na folha ocorre em função de diminuições constatadas na assimilação de dióxido de carbono, justificadas pelo fato que, durante o processo de trocas gasosas, uma absorção de CO converge na perda de água e, em sentido contrário, a redução dessa perda restringe a assimilação de dióxido de carbono, que proporciona menor concentração interna de CO. Aumentar a concentração das soluções aplicadas através da aplicação foliar promove redução do aumento do teor e umidade na folha nas cultivares 'BRS Safira' e 'BRS Rubi' (SHIMAZAKI et al., 2007).

Tabela 5. Resumo do desdobramento da interação significativa de dose de biofertilizante x variedade de algodão na eficiência do uso da água de variedades de algodoeiro de diferentes colorações.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		Variedades de Algodoeiro de Diferentes Colorações				
		Branco	Rubi	Verde	Diamante	Jade
Doses de Bio	4	0,575*	0,075 ^{ns}	0,825**	0,575*	0,375 ^{ns}
Reg. Linear	1	0,025 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,100 ^{ns}	0,400 ^{ns}	0,357 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	1,225**	0,160 ^{ns}	2,025**	1,157**	0,642 ^{ns}
Reg. Cúbica	1	1,032*	0,100 ^{ns}	1,157*	0,642 ^{ns}	0,400 ^{ns}
Desv. Regressão	1	0,017 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,100 ^{ns}	0,100 ^{ns}
Resíduo	75	0,170	0,170	0,170	0,170	1,170

** - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade, * significativo ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste F; ^{ns} – Não significativo.

Figura 3. Variações da eficiência do uso da água de algodoeiros coloridos em função do uso de diferentes doses de biofertilizante dentro das variedades V₂, V₃, e V₄.



4.1.4 Transpiração

As equações de regressão ajustadas aos dados experimentais da transpiração de diferentes variedades de algodoeiro colorido, resultantes do desdobramento da interação dose

de biofertilizante x variedade (Tabela 6), tiveram efeitos interativos significativos, com comportamento quadrático para as variedades V₁ (Branco), V₂ (Rubi), V₃ (Verde), V₄ (Diamante) e V₅ (Jade), com coeficientes de determinação de 0,96; 0,98; 0,92; 0,95 e 0,90, respectivamente (Figura 4). Observa-se que a transpiração aumentou de forma quadrática com o incremento da dose de biofertilizante até os limites ótimos de 391,0; 414,0; 411,3; 403,0 e 424,2 mL/20 litros de água nos tratamentos que receberam as variedades V₁, V₂, V₃, V₄ e V₅, respectivamente, proporcionando valores de 9,1; 11,1; 12,3; 11,7 e 12,2 $mmolH_2O m^{-2} s^{-1}$, havendo reduções a partir desses patamares. Observa-se que variedade Verde foi a que apresentou maior transpiração, vindo, em seguida, em ordem decrescente, as variedades Jade, Diamante, Rubi e Branco. A fotossíntese líquida e a transpiração são parâmetros que por sua vez diagnosticam mudanças no comportamento fisiológico das plantas (TAIZ et al., 2017), quando submetidas a condições adversas, como, por exemplo, a adubação foliar e via solo. Deste modo, tem-se observado uma redução na fotossíntese e transpiração, dependendo da dose ótima de esterco bovino e do biofertilizante bovino que a planta foi submetida. O fato da transpiração ter variado com as aplicações de biofertilizante pode estar atrelada à abertura e fechamento dos estômatos, como descrito por Sadok et al. (2021) que relatam que a abertura estomática influencia diretamente na perda de água pela planta, o que explica a elevada transpiração do algodoeiro BRS Rubi ao se aplicar doses máximas, pois o aumento da abertura estomática proporciona maior interação com o ambiente, elevando o fluxo transpiratório do xilema (NAEEM et al., 2020).

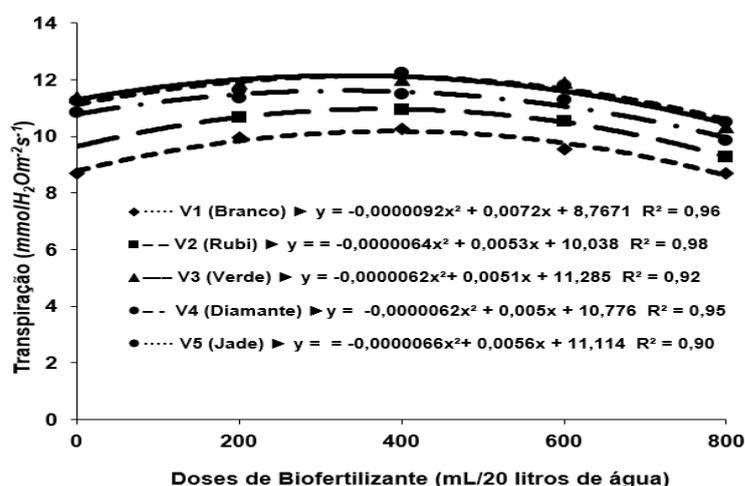
Isto se deve ao fato de que com a diminuição do nível de água do solo, a planta responde osmoticamente com a redução da transpiração na folha, no sentido de se adaptar ou se ajustar ao ambiente, que no caso é submetido à adubação. Sendo um parâmetro muito importante para as culturas, uma vez que a água é um dos fatores ambientais determinantes da diversidade produtiva dos vegetais, o déficit de água nos tecidos, causado pela excessiva demanda evaporativa ou pelo suprimento de água no solo limitado, afeta todos os aspectos do crescimento e desenvolvimento dos vegetais (KRIEG, 1993).

Tabela 6. Resumo do desdobramento da interação significativa de dose de biofertilizante x variedade de algodão na transpiração da folha de variedades de algodoeiro de diferentes colorações.

FONTES DE VARIACÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		Variedades de Algodoeiro de Diferentes Colorações				
		Branco	Rubi	Verde	Diamante	Jade
Doses de Bio	4	4,175**	4,425**	3,200**	16,325**	3,925**
Reg. Linear	1	5,625**	3,025**	2,571**	5,625**	0,400 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	7,875**	9,289**	3,600**	30,625**	8,100**
Reg. Cúbica	1	2,500*	5,160**	2,603*	27,160**	7,142**
Desv. Regressão	1	0,700 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,025 ^{ns}	1,889 ^{ns}	0,057 ^{ns}
Resíduo	75	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406

** - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade, * significativo ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste F;
^{ns} – Não significativo.

Figura 4. Variações da transpiração de algodoeiros coloridos em função do uso de diferentes doses de biofertilizante dentro das variedades V₁, V₂, V₃, V₄ e V₅.



4.1.5 Concentração Interna de CO₂

As equações de regressão ajustadas aos dados experimentais da concentração interna de CO₂ de diferentes variedades de algodoeiro colorido, resultantes do desdobramento da interação dose de biofertilizante x variedade (Tabela 7), tiveram efeitos interativos significativos, com comportamento quadrático para as variedades V₂ (Rubi), V₃ (Verde), e V₅ (Jade), com coeficientes de determinação de 0,97; 0,91 e 0,98; respectivamente (Figura 5). Observa-se que a concentração interna de CO₂ aumentou de forma quadrática com o incremento da dose de biofertilizante até os limites ótimos de 340,3; 384,2 e 403,9 mL/20 litros de água nos tratamentos que receberam as variedades V₂, V₃, e V₅, respectivamente, proporcionando valores de 335,7; 309,0 e 362,2 $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$, havendo reduções a partir desses patamares. Observa-se que variedade Jade foi a que apresentou maior concentração interna de CO₂, vindo, em seguida, em ordem decrescente, as variedades Rubi e Verde. Os valores não significativos da interação dose de biofertilizante x

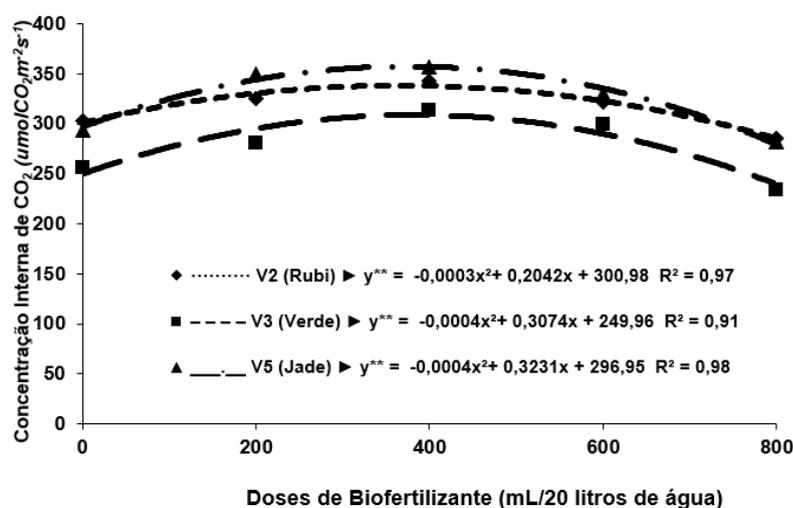
variedade de algodoeiro verificados quando da aplicação das variedades V₁ (Branco) e V₄ (Diamante) variaram de 279,7 a 301,4 e de 332,8 a 351,0 $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente. A diminuição na concentração interna de CO (Ci) na folha a partir das concentrações ótimas de biofertilizante ocorre em função de diminuições constatadas na assimilação de dióxido de carbono, justificadas pelo fato que, durante o processo de trocas gasosas, uma absorção de CO converge na perda de água e, em sentido contrário, a redução dessa perda restringe a assimilação de dióxido de carbono, que proporciona menor concentração interna de CO. Aumentar a concentração das soluções aplicadas através da aplicação foliar promove redução do aumento na concentração interna de CO (Ci) nas cultivares 'BRS Safira' e 'BRS Rubi' (SHIMAZAKI et al., 2007).

Tabela 7. Resumo do desdobramento da interação significativa de dose de biofertilizante x variedade de algodão na concentração interna de CO₂ na folha de variedades de algodoeiro de diferentes colorações.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		Variedades de Algodoeiro de Diferentes Colorações				
		Branco	Rubi	Verde	Diamante	Jade
Doses de Bio	4	417,575 ^{ns}	1350,200**	3515,300**	290,125 ^{ns}	781,300*
Reg. Linear	1	470,603 ^{ns}	1677,025*	1610,000**	232,232 ^{ns}	1440,285*
Reg. Quadrática	1	1199,025 ^{ns}	1988,100**	9455,625**	795,017 ^{ns}	1500,625*
Reg. Cúbica	1	0,446 ^{ns}	1575,160*	504,000 ^{ns}	112,225 ^{ns}	144,289 ^{ns}
Desv. Regressão	1	0,225 ^{ns}	160,514 ^{ns}	491,575 ^{ns}	21,025 ^{ns}	40,000 ^{ns}
Resíduo	75	257,780	257,780	257,780	257,780	257,780

** - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade, * significativo ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste F;
^{ns} – Não significativo.

Figura 5. Variações da concentração interna de CO₂ de algodoeiros coloridos em função do uso de diferentes doses de biofertilizante dentro das variedades V₂, V₃, e V₅.



4.1.6 Concentração de CO₂ na célula de referência

As equações de regressão ajustadas aos dados experimentais da concentração de CO₂ na célula de referência de diferentes variedades de algodoeiro colorido, resultantes do desdobramento da interação dose de biofertilizante x variedade (Tabela 8), tiveram efeitos interativos significativos, com comportamento quadrático para as variedades V₁ (Branco), V₂ (Rubi), V₃ (Verde), V₄ (Diamante) e V₅ (Jade), com coeficientes de determinação de 0,99; 0,95; 0,99; 0,98 e 0,94, respectivamente (Figura 6). Observa-se que a eficiência do uso da água aumentou com o incremento da dose de biofertilizante até os limites ótimos de 576,0; 521,0; 424,4; 643,2 e 463,5 mL/20 litros de água nos tratamentos que receberam as variedades V₁, V₂, V₃, V₄ e V₅, respectivamente, proporcionando valores de 369,5; 369,3; 359,8; 394,5 e 359,2 $\mu\text{molCO}_2 \text{ mol}^{-1}$, havendo reduções a partir desses patamares. Observa-se que variedade Diamante foi a que apresentou maior concentração de CO₂ na célula de referência, vindo, em seguida, em ordem decrescente, as variedades Branco, Rubi, Verde e Jade.

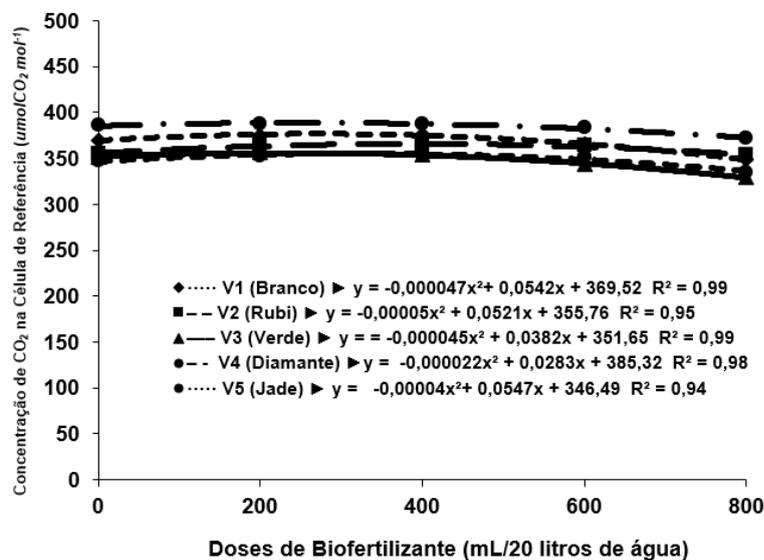
Tabela 8. Resumo do desdobramento da interação significativa de dose de biofertilizante x variedade de algodão na concentração de CO₂ na célula de referência de variedades de algodoeiro de diferentes colorações.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		Variedades de Algodoeiro de Diferentes Colorações				
		Branco	Rubi	Verde	Diamante	Jade
Doses de Bio	4	577,075**	278,950**	611,075**	477,075**	132,575**
Reg. Linear	1	856,446**	99,225*	617,785**	274,571**	212,160**
Reg. Quadrática	1	1155,625**	882,175**	893,025**	409,600**	304,514**
Reg. Cúbica	1	296,228**	78,400*	523,889*	1209,728**	13,225 ^{ns}
Desv. Regressão	1	0,000 ^{ns}	56,000 ^{ns}	409,600 ^{ns}	14,400 ^{ns}	0,400 ^{ns}
Resíduo	75	19,246	19,246	19,246	19,246	19,246

** - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade, * significativo ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste F;

^{ns} – Não significativo.

Figura 6. Variações da concentração de CO₂ na célula de referência de algodoeiros coloridos em função do uso de diferentes doses de biofertilizante dentro das variedades V₁, V₂, V₃, V₄ e V₅.



4.1.7 Condutância estomática da folha

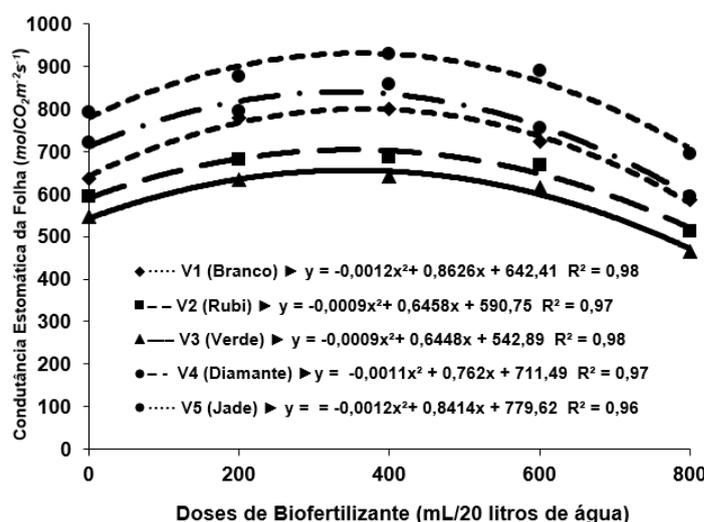
As equações de regressão ajustadas aos dados experimentais da condutância estomática da folha de diferentes variedades de algodoeiro colorido, resultantes do desdobramento da interação dose de biofertilizante x variedade (Tabela 9), tiveram efeitos interativos significativos, com comportamento quadrático para as variedades V₁ (Branco), V₂ (Rubi), V₃ (Verde), V₄ (Diamante) e V₅ (Jade), com coeficientes de determinação de 0,98; 0,97; 0,98; 0,97 e 0,94, respectivamente (Figura 7). Observa-se que a condutância estomática da folha aumentou de forma quadrática com o incremento da dose de biofertilizante até os limites ótimos de 359,4; 358,7; 358,2; 346,3 e 350,6 mL/20 litros de água nos tratamentos que receberam as variedades V₁, V₂, V₃, V₄ e V₅, respectivamente, proporcionando valores de 797,4; 706,6; 658,4; 843,4 e 927,1 molCO₂m⁻²s⁻¹, havendo reduções a partir desses patamares. Observa-se que variedade Jade foi a que apresentou maior condutância estomática da folha, vindo, em seguida, em ordem decrescente, as variedades Diamante Branco, Rubi e Verde. Para a planta, a capacidade de abertura estomática influencia significativamente em sua taxa de desidratação, sendo influenciado pela taxa de transpiração (FERREIRA, 1997), o fechamento dos estômatos, porém, está relacionado com conteúdo de água disponível em seus tecidos, quando em baixo níveis a planta realiza a regulação osmótica a consequência desse evento fisiológico é a restrição das trocas gasosas entre o interior da folha e a atmosfera, causando redução na assimilação de CO₂, utilizado no processo fotossintético (KRIEG, 1993; LARCHER, 2000).

Tabela 9. Resumo do desdobramento da interação significativa de dose de biofertilizante x variedade de algodão na condutância estomática da folha de variedades de algodoeiro de diferentes colorações.

FONTES DE VARIACÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		Variedades de Algodoeiro de Diferentes Colorações				
		Branco	Rubi	Verde	Diamante	Jade
Doses de Bio	4	137983,825**	6994,325**	25237,075**	306084,200**	38102,575**
Reg. Linear	1	8381,025**	78322,500**	2992,900*	294294,025**	13068,225**
Reg. Quadrática	1	291601,446**	182427,175**	76957,728**	541947,875**	121551,446**
Reg. Cúbica	1	217120,225	17015,625**	18324,446**	285948,100**	11934,228**
Desv. Regressão	1	3483,603 ^{ns}	2016,000 ^{ns}	2673,225 ^{ns}	102146,800 ^{ns}	5856,400 ^{ns}
Resíduo	75	602,530	602,530	602,530	602,530	602,530

** - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade, * significativo ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste F;
^{ns} – Não significativo.

Figura 7. Variações da condutância estomática da folha de algodoeiros coloridos em função do



uso de diferentes doses de biofertilizante dentro das variedades V₁, V₂, V₃, V₄ e V₅.

4.1.8 Temperatura da folha

As equações de regressão ajustadas aos dados experimentais da temperatura da folha de variedades de algodoeiros coloridos, resultantes do desdobramento da interação dose de biofertilizante x variedade (Tabela 10), só apresentaram efeitos interativos significativos, com comportamento quadrático, para a variedade V₄ (Diamante), com coeficiente de determinação de 0,98 (Figura 8). Observa-se que a temperatura da folha aumentou de forma quadrática com o incremento da dose de biofertilizante até o limite ótimo de 474,0 mL/20 litros de água no tratamento que recebeu a variedade V₄, proporcionando valor da temperatura da folha de 35,5°C, havendo reduções a partir desse patamar. Os valores não significativos da interação dose de biofertilizante x variedade de algodoeiro verificados quando da aplicação das variedades V₁ (Branco), V₂ (Rubi), V₃ (Verde), e V₅ (Jade) variaram de 33,2 a 33,9°C, de 34,9

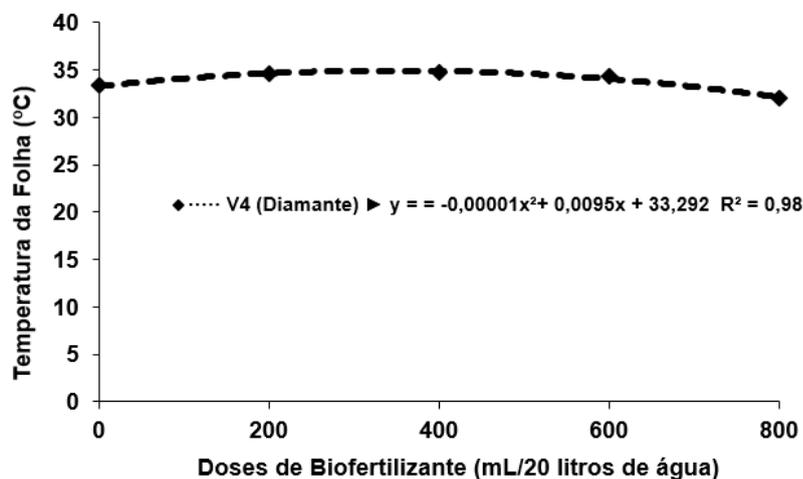
a 35,2°C, de 36,0 a 37,0°C, e de 33,0 a 33,8°C, respectivamente. A estabilidade da temperatura foliar igual ou parcialmente inferior à temperatura do ar, comprova a capacidade de refrigeração das diversas cultivares ou espécies, via transpiração, no intuito de manter a planta protegida das faixas térmicas muito elevadas. Esse é um comportamento observado em várias espécies vegetais (LUDLOW & MUCHOW, 1990).

Tabela 10. Resumo do desdobramento da interação significativa de dose de biofertilizante x variedade de algodão na temperatura da folha de variedades de algodoeiro de diferentes colorações.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		Variedades de Algodoeiro de Diferentes Colorações				
		Branco	Rubi	Verde	Diamante	Jade
Doses de Bio	4	0,425 ^{ns}	0,300 ^{ns}	0,675 ^{ns}	1,125**	0,675 ^{ns}
Reg. Linear	1	0,071 ^{ns}	0,160 ^{ns}	0,900 ^{ns}	1,446*	0,914 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	1,600 ^{ns}	0,914 ^{ns}	1,225 ^{ns}	2,025**	1,600 ^{ns}
Reg. Cúbica	1	0,025 ^{ns}	0,100 ^{ns}	0,446 ^{ns}	0,803 ^{ns}	0,160 ^{ns}
Desv. Regressão	1	0,003 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,128 ^{ns}	0,225 ^{ns}	0,025 ^{ns}
Resíduo	75	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293

** - Significativo ao nível de 0,01 de probabilidade, * significativo ao nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste F;
^{ns} – Não significativo.

Figura 8. Variações da temperatura da folha de algodoeiro colorido em função do uso de diferentes doses de biofertilizante dentro da variedade V₄.



CONCLUSÕES

As diferentes doses de biofertilizante influenciam positivamente a fisiologia das variedades de algodão na faixa entre 200 e 400 mL/20 L de água;

Os maiores valores dos parâmetros fisiológicos de algodoeiro herbáceo foram encontrados nas variedades “Branco” e “Diamante”, seguidos de “Jade”, “Verde” e “Rubi”;

O uso de biofertilizante líquido aplicado quinzenalmente acima dos limites ótimos proporcionou efeito negativo no metabolismo fisiológico das variedades de algodão;

A aplicação de biofertilizante em dosagens adequadas acarreta em plantas bem desenvolvidas fisiologicamente, podendo, desta forma, ser recomendado na fertilização orgânica do algodão.

REFERÊNCIAS

- ABRAPA, **Balança Comercial Brasileira de Algodão**. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/>. Acesso em: 14/05/2023.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v.22, p.711-728, 2013.
- AMOAHA-ANTWI, C.; KWIATKOWSKA-MALINA, J.; THORNTON, S. F.; FENTON, O.; MALINA, G.; SZARA, E. Restoration of soil quality using biochar and brown coal waste: A review. **Science of the Total Environment**, 722, 137852. 2020.
- APONTE, H.; GALINDO-CASTAÑEDA, T.; YÁÑEZ, C.; HARTMANN, M.; ROJAS, C. Microbial community-level physiological profiles and genetic prokaryotic structure of burned soils under Mediterranean sclerophyll forests in central Chile. **Frontiers in microbiology**, v. 13, 2022.
- BARBOSA, L. C.; PORTO, S. M.; BERTOLDE, F. Z. Análise estomática de duas espécies arbóreas nativas de Mata Atlântica. **Revista PINDORAMA**, v. 8, n. 8, p. 1-9, 2019.
- CARVALHO, L. P. **O gênero Gossypium e suas espécies cultivadas e silvestres**. In: Beltrão, N. E. M; Azevedo, D. M. P. (ed). O agronegócio do algodão no Brasil. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, c.8. p.251-270. 2008.
- CARVALHO, L. P.; ARAUJO, G. P.; VIEIRA, R. M.; BELTRÃO, N. E. de M.; COSTA, J. N. **BRS Rubi**. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2008.
- CARVALHO, L. P.; ARAUJO, G. P.; VIEIRA, R. M.; BELTRÃO, N. E. M.; COSTA, J. N. **BRS Verde**. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2009.
- Carvalho, L. P.; Farias, F. J. C.; Santos, R. G.; Teodoro, L. P. R.; Teodoro, P. E. (2022). Genotype selection for fiber quality traits in cotton in the Brazilian Northeast. **Agronomy Journal**. 114. 10.1002/agj2.21176.
- CARVALHO, M. C. S. **Adubação de cobertura do algodoeiro cultivado em condições de sequeiro na região do Cerrado**. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão. nov., 2007. 5 p. (Comunicado Técnico, 347).
- CEINFO - Centro de informações tecnológicas e comerciais para fruticultura tropical. **Banco de dados pluviométricos e pedológicos do Nordeste**. 2013. Disponível em: <http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br>. Acesso em: 17 mai. 2023.
- CHAPARRO-AFRICANA, A. M.; PÁRAMO, M. Challenges of the Participatory Guarantee System of the network of agroecological markets of Bogota-Region, as a strategy for

certification and promotion of agroecology. **International Journal of Agricultural Sustainability**, 2022. <https://doi.org/10.1080/14735903.2022.2106657>.

Chen, M.; Zhang, S.; Liu, L., Wu, L.; Ding, X. Combined organic amendments and mineral fertilizer application increase rice yield by improving soil structure, P availability and root growth in saline-alkaline soil. **Soil and Tillage Research**, v. 212, p. 105060, 2021.

Coleção de algodão colorido da Embrapa Algodão. **Opção de emprego e renda na agricultura familiar do Rio Grande do Norte**. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2010.

Comportamento de Linhagens de Algodoeiro no Cerrado Baiano - Safra 2014/2015. **Embrapa Algodão**, p. 24, 2016. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em: 28 de mai. de 2023.

CONAB, 5º Levantamento - Safra 2021/22. **Produção e balanço de oferta e demanda de grãos**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>, 2022, acesso 14/05/2023.

DAROLT, M. R. **Agricultura orgânica, inventando o futuro**. Londrina: IAPAR. 250p. 2002. EMPAER- Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária. **Interesse da indústria têxtil e produtores fez aumentar a produção de algodão colorido**. Disponível em: <https://empaer.pb.gov.br/>. Acesso em: 17 de mai. de 2023.

FAO. The State of Food and Agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

FARIAS, F. J. C.; MORELLO, C. L.; PEDROSA, M. B.; SUASSUNA, N. D.; SILVA FILHO, J. L.; CARVALHO, L. P.; RIBEIRO, J. L. **BRS Jade**. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2017.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3 ed. Maceió: UFAL, 604 p. 2000.

FERREIRA, V.M. Aspectos de crescimento, nutrição e relações hídricas em dois genótipos de milho (*Zea mays* L.) em função da disponibilidade de água no solo. 1997. **Dissertação** (Mestrado em Fisiologia Vegetal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1997.

FOLONI, J. S. S.; BARBOSA, A. M.; CATUCHI, T. A.; CALONEGO, J. C.; TIRITAN, C. S.; DOMINATO, J. C.; CRESTE, J. E. Efeitos da gessagem e da adubação boratada sobre os componentes de produção da cultura do amendoim. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 2, p. 202-208, 2016.

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.
- GOMES, W. S.; BORÉM, A. Biotecnologia: novo paradigma do agronegócio brasileiro. **Revista de Economia e Agronegócio**. v. 11, n. 1, p. 115-136, 2013.
- JAVOREKOVA, S.; JANA, M.; MEDO, J.; KOVACSOVA, S.; CHAROUSOVA, I. Effect of bio-fertilizers application on microbial diversity and physiological profiling of microorganisms in arable soil. **Eurasian Journal of Soil Science**, v. 4, n. 1, pág. 54-61, 2015.
- KRIEG, D. R. Stress tolerance mechanisms in above ground organs. In: Proceedings of the Workshop on Adaptation of Plants to Soil Stress. INTSORMIL, Nebraska. p. 65-79, 1993.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**, São Carlos: Rima artes, 531 p. 2004.
- KRIEG, D.R. Stress tolerance mechanisms in above ground organs. In: **WORKSHOP ON ADAPTATION OF PLANTS TO SOIL STRESS**, 1993. Nebraska: Intsormil, 1993. p. 65-79.
- LALNUNHLIMI, S.; KRISHNASWAMY, V. Decolorization of azo dyes (Direct Blue 151 and Direct Red 31) by moderately alkaliphilic bacterial consortium. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 47, p. 39-46, 2016.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000.
- LUDLOW, M.M.; MUCHOW, R.C. A critical evaluation of traits for improving crop yields in waterlimited environments. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.43, p.107-53, 1990.
- NAEEM, M.; BASIT, A.; AHMAD, I.; MOHAMED, H. I.; WASILA, H. Effect of salicylic acid and salinity stress on the performance of tomato plants. **Gesunde Pflanzen**, v. 72, p.393-402, 2020.
- NOSHEEN, S.; AJMAL, I.; SONG, Y. Microbes as Biofertilizers, a Potential Approach for Sustainable Crop Production. **Sustentabilidade**, v. 13, n. 4, pág. 1868, 2021.
- OERKE, E.C. Crop losses to pests. **The Journal of Agricultural Science**, v. 144, n. 1, p. 31-43. 2006. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>.
- PAIVA, A. S.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D.; TURCO, J. E. P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido à diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, p.161-169, 2005.
- PENTEADO, S, R.; PRIMAVERSI, TENTRIN, A, R.; **A Fruticultura Orgânica: formação e condução**. Viçosa: Aprenda Fácil, 308p. 2004.

- RAIMI, A.; ROOPNARAIN, A.; ADELEKE, R. Biofertilizer production in Africa: Current status, factors impeding adoption and strategies for success. **Scientific African**. v. 11, 2021.
- RIAZ, U.; MEHDI, S.M.; IQBAL, S.; KHALID, H.I.; QADIR, A.A.; ANUM, W.; AHMAD, M.; MURTAZA, G. Bio-fertilizers: Eco-Friendly approach for plant and soil environment. In *Bioremediation and Biotechnology*; **Springer**: Berlin/Heidelberg, Germany, pág. 189–213, 2020.
- ROSOLEM, C. A. **Fenologia e ecofisiologia no manejo do algodoeiro**. In: FREIRE, E. C. 23 (Ed.). *Algodão no cerrado do Brasil*. Brasília: Associação Brasileira de Produtores de Algodão, 2007.
- ROTHÉ, M.; DARNAUDERY, M.; THURIÈS, L. Organic fertilizers, green manures and mixtures of the two revealed their potential as substitutes for inorganic fertilizers used in pineapple cropping. **Scientia Horticulturae**, 257, 108691, 2019.
- SANTOS, J. G. R.; ANDRADE, R.; GALDINO, P. O.; LINHARES, A. S. F.; MAIA, P. M. E.; LIMA, A. S. Qualidade da produção da bananeira Nanicão em função do uso de biofertilizantes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 387-393, 2014.
- SANTOS, J. G. R.; ANDRADE, R.; GALDINO, P. O.; LINHARES, A. S. F.; MAIA, P. M. E.; LIMA, A. S. Qualidade da produção da bananeira Nanicão em função do uso de biofertilizantes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, p. 387-393, jan./fev. 2014.
- SANTOS, J. G. R.; SANTOS, E. C. X. R. Adubos orgânicos e defensivos naturais. In: SANTOS, J. G. R.; SANTOS, E. C. X. R. **Agricultura orgânica: teoria e prática**. Campina Grande: EDUEP, 2008.
- SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C. LIMA, P. C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Rev. Ceres**, v. 61, p. 829-837, 2014.
- SHIMAZAKI, K. I.; DOI, M.; ASSMANN, S. M.; KINOSHITA, T. Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 58, n. 6, p. 219-247, 2007.
- SINHA, R.K.; VALANI, D.; CHAUHAN, K., AGAWAL, S.; 2014. Embarking on a second green revolution for sustainable agriculture by vermiculture biotechnology using earthworms: reviving the dreams Sir Charles Darwin. **Int. J. Agric. Health Saf**, 1, 50–64.
- SOUZA, J. S. I. PEIXOTO, A. M.; TOLEDO, F. F. **Enciclopédia Agrícola Brasileira**, São Paulo: Edusp, 1985.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- UNITED STATES OF AGRICULTURE. **Cotton: World Markets and Trade**. July 2022.

Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/>. Acesso em: 28 de mai. de 2023.

Vasconcelos, U. A. A., Cavalcanti, J. J. V., Farias, F. J. C., Vasconcelos, W. S., Santos, R. C. (2018). Diallel analysis in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) for water stress tolerance. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 18(1), 24-30.

Wang, C.; Ning, P.; Li, J.; Wei, X.; Ge, T.; Cui, Y.; Shen, W. Responses of soil microbial community composition and enzyme activities to long-term organic amendments in a continuous tobacco cropping system. **Applied Soil Ecology**, v. 169, p. 104210, 2022.

ZACHARIAS, A. O.; FERREIRA, D. S.; ZONTA, J. H. **Algodão naturalmente colorido: como um novo nicho de mercado**. Brasília, DF: Embrapa; Sebrae Nacional, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em: 29/04/2023.