



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA - CAMPUS IX
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
COLEGIADO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

JOICE DOS SANTOS COQUEIRO

**DESENVOLVIMENTO DO ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum*)
SOB DIFERENTES DOSES DE ARBOLINA EM CULTIVO
IRRIGADO**

Barreiras-BA

Julho, 2023

JOICE DOS SANTOS COQUEIRO

**DESENVOLVIMENTO DO ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum*)
SOB DIFERENTES DOSES DE ARBOLINA EM CULTIVO
IRRIGADO**

Monografia apresentada ao Colegiado de Engenharia Agrônômica da Universidade do Estado da Bahia - UNEB - Campus IX, como requisito parcial para avaliação do Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Jorge da Silva Júnior

Barreiras-BA

Julho, 2023

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA

Departamento de Ciências Humanas - Campus IX

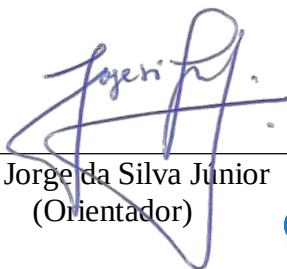
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**DESENVOLVIMENTO DO ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum*)
SOB DIFERENTES DOSES DE ARBOLINA EM CULTIVO
IRRIGADO**

AUTORA: JOICE DOS SANTOS COQUEIRO

ORIENTADOR: Dr. JORGE DA SILVA JÚNIOR

Banca Examinadora:



Dr. Jorge da Silva Junior
(Orientador)



Documento assinado digitalmente
LEANDRA BRITO DE OLIVEIRA
Data: 20/07/2023 12:08:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr^a. Leandra Brito de Oliveira
(Examinador externo 1)



Documento assinado digitalmente
DANIELA ROSSATO STEFANELLO
Data: 24/07/2023 09:40:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr^a. Daniela Rossato Stefanello
(Examinador externo 2)

Data de realização: 11/07/2023

Este trabalho reflete a soma de esforços mútuos, dedicação e compromisso para o cumprimento de objetivos e metas estabelecidas ao longo dessa jornada que tomei como sendo um ideal de vida. Dedico a minha família os quais me deram todo o apoio e amparo para que eu chegasse até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder saúde e estabilidade, pelas oportunidades a mim concedidas, além de iluminar meus caminhos.

Aos meus pais, que trilharam o meu caminho com educação, dignidade, dedicação, amor e que continuam sempre me fortalecendo.

Ao meu filho que sempre foi minha força e minha motivação diária para concluir esta etapa tão almejada.

Aos meus irmãos por me incentivarem a estudar e que sempre estão ao meu lado me apoiando em qualquer situação.

A minha prima Maíra que também fez parte deste processo sempre me dando apoio e amparo.

Aos meus amigos Karen, Henrique, Luciana, Karine, Paula, Livia e Ingrid que sempre me incentivaram a prosseguir com a Engenharia Agrônômica, além de serem os meus alicerces para momentos difíceis, tornando o período da graduação mais leve e criando uma experiência universitária sem igual.

Agradeço ao meu orientador Dr. Jorge, que me guiou e me ofereceu inúmeras oportunidades profissionais que me fizeram crescer profissionalmente e evoluir espiritualmente.

Ao grupo de pesquisa Solos e Meio Ambiente - Soma, em especial ao professor Dr. Adilson, que me proporcionou muitas experiências, colaborando para meu desenvolvimento em diversos âmbitos, me preparando para o campo, pesquisa e ambiente corporativo.

Agradeço a Leidiane, Kauan e toda equipe da Fazenda Modelo, pelo apoio, oportunidade, confiança e por toda assistência oferecida na condução desta pesquisa.

E também aos demais que de alguma forma contribuíram na realização deste trabalho e na minha jornada da graduação.

RESUMO

A agricultura enfrenta o desafio de atender à crescente demanda por alimentos com eficiência no uso de recursos e impactos ambientais reduzidos. Nesse sentido, o uso de biofertilizantes vegetais tem mostrado resultados promissores, entre eles, a Arbolina apresenta um grande potencial de uso em diversas culturas como o algodão que é considerado uma cultura de expressiva importância socioeconômica e ambiental. O presente trabalho objetivou-se avaliar o crescimento, desenvolvimento fenológico e a redução do uso de fertilizantes no algodoeiro, sob aplicação foliar da Arbolina. O experimento foi conduzido na Fazenda Modelo Paulo Mizote localizada na região Oeste da Bahia em delineamento experimental em blocos casualizado, montado em esquema fatorial 3x3, sendo 3 doses de Arbolina (0, 50 e 100 mL/ha) e 3 doses de N-K (0, 50 e 100 kg/ha) aplicados em cobertura e 4 repetições, perfazendo 36 parcelas. Avaliaram-se altura de plantas, número de ramos, diâmetro do caule, número de flores, número e peso de maçãs. Obteve-se resultados significativos nas variáveis diâmetro do caule e peso de maçãs na interação dos tratamentos.

Palavras-chave: Biofertilizantes; agricultura sustentável; macronutrientes.

ABSTRACT

Agriculture faces the challenge of meeting the growing demand for food with efficient use of resources and reduced environmental impacts. In this sense, the use of vegetable biofertilizers has shown promising results, among them, Arbolina has great potential for use in several crops such as cotton, which is considered a crop of significant socioeconomic and environmental importance. This work aimed to evaluate growth, phenological development and the reduction of fertilizer use in cotton under foliar application of Arbolina. The experiment was carried out at Fazenda Modelo Paulo Mizote located in the western region of Bahia, in a randomized block experimental design, set up in a 3x3 factorial scheme, with 3 doses of Arbolina (0, 50 and 100 mL/ha) and 3 doses of N-K (0, 50 and 100 kg/ha) applied in top dressing and 4 repetitions, totaling 36 plots. Plant height, number of branches, stem diameter, number of flowers, number and weight of apples were evaluated. Significant results were obtained for the variables stem diameter and weight of apples in the interaction of treatments.

Keywords: Biofertilizers; sustainable agriculture; macronutrients.

“E tudo que perdides em oração, crendo,
recebereis” (Mt. 21:22)

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química do Latossolo franco-arenoso antes da instalação do experimento na profundidade de 0-20 cm.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos do experimento.

Tabela 3. Médias referentes à altura de plantas, número de ramos, diâmetro do caule, número de flores, número e peso de maçãs de algodoeiro submetidas a adubação com Arbolina.

Tabela 4. Médias referentes à altura de plantas, número de ramos, diâmetro do caule, número de flores, número e peso de maçãs de algodoeiro submetidas a adubação com N-K.

Tabela 5. Médias referentes ao desdobramento da interação de N-K e Arbolina das variáveis altura de plantas, número de ramos, diâmetro do caule, número de flores, número e peso de maçãs de algodoeiro.

LISTA DE ABREVIATURAS

N – Nitrogênio

K – Potássio

DAE – Dias após a emergência

KCl – Cloreto de potássio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 A cultura do algodão	14
2.2 Nitrogênio e potássio no algodoeiro	16
2.3 Arbolina.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Localização e caracterização das áreas de estudo.....	21
3.2 Delineamento experimental, tratamentos e parcelas.....	20
3.3 Instalação e condução do experimento	21
3.4 Variáveis analisadas	22
3.5 Análise estatística.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5 CONCLUSOES	26
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento da importância de nutrição de plantas é historicamente recente, e os nutrientes desempenham diversas funções fisiológicas em plantas que são primordiais para o seu crescimento e desenvolvimento. Os mesmos se originam do ar, da água e do solo em sua grande maioria, como é o caso do nitrogênio (N) e potássio (K), entre outros. A nutrição de plantas é realizada com o intuito de melhorar o estado nutricional das plantas, portanto, os minerais estão envolvidos em todos os processos metabólicos das plantas, bem como, atuam na regulação osmótica do vegetal. Sendo assim, a nutrição mineral da planta está envolvida diretamente na sua produtividade e na qualidade do produto obtido (FAQUIN, 2005 e DURVAL NETO et al., 2015).

Um grande desafio a ser enfrentado nas próximas décadas será suprir as demandas alimentares reduzindo danos ambientais. O uso em excesso de agroquímicos sintéticos resultou em impactos ambientais negativos em todo o mundo, causando infertilidade do solo, eutrofização das águas e perda de biodiversidade. Por essa razão, um desafio da atual sociedade é desenvolver manejo alternativos mais eficientes e aumentar a demanda da produção agrícola através de tecnologias capazes de diminuir tanto a quantidade de produtos químicos como os impactos ambientais, dentre essas práticas sustentáveis que têm potencial de utilização na agricultura, estão os biofertilizantes (FOLEY et al., 2011).

Os biofertilizantes possuem uma complexa composição de nutrientes essenciais às plantas e, também por possuírem microrganismos em sua composição, quando aplicados na planta os elementos do biofertilizante colonizam o interior da planta, esses microrganismos atuam aumentando o estado nutricional do vegetal, o que consequentemente reduz o uso de fertilizantes químicos, também promovendo o crescimento e aumentando o fornecimento de nutrientes; bem como, oferecendo um desenvolvimento mais sustentável do campo agrícola (MALUSÁ, 2014). Ainda assim, de acordo pesquisas realizada por González et al. (2013) comprovou o benefício de biofertilizantes sobre as culturas da couve, do tomate, do pimentão e do mamão, tendo as três últimas um considerável aumento na produção de flores e frutos.

Recentemente, uma nova categoria de biofertilizantes foi proposta: a das nanopartículas e nanomateriais (JUAREZ et al., 2019). Sendo assim, foi desenvolvido por Pesquisadores da Universidade de Brasília (UnB) a Arbolina, que é uma substância com partículas minúsculas, invisível a olho nu, que, diluída em água, forma um

estimulante e fertilizante para a planta que ajuda as plantas a produzir mais e a resistir à seca. A Arbolina tem como finalidade a utilização dos recursos biológicos que estão disponíveis naturalmente para aumentar o rendimento das culturas, ainda assim, atua no sistema fisiológico da cultura, convertendo os raios violetas do sol que são nocivos às plantas em azuis, melhorando a fotossíntese e o desenvolvimento de diversas culturas; torna a planta mais tolerante à falta de água pelo uso mais eficiente deste recurso reduzindo a transpiração e fazendo com que as plantas precisem de menos água para manter todos os seus processos metabólicos (KRILLTECH, 2021).

De acordo com pesquisas realizadas por Kou et al. (2021), observou-se que a Arbolina aumentou a quantidade de água, acelerou a germinação, promoveu o crescimento do hipocótilo e da radícula em tomateiro.

O algodoeiro é uma das principais culturas exploradas no Brasil, o país ocupa a quinta colocação dentre os países produtores de algodão. Ressalte-se que a cotonicultura se destaca no cenário nacional como cultura de expressiva importância para o agronegócio brasileiro. Conhecido como o ouro-branco, o algodão é hoje um dos destaques da matriz produtiva da Bahia sendo o segundo maior produtor de algodão do país. Pesquisas envolvendo o crescimento e a fisiologia das plantas são importantes para subsidiar o desenvolvimento científico e tecnológico, notadamente, objetivando aumentar a eficiência do cultivo, incrementando a produção de algodão (OLIVEIRA et al., 2012).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento, desenvolvimento fenológico e a redução do uso de fertilizantes no algodoeiro, sob aplicação foliar da Arbolina em uma fazenda na região Oeste da Bahia.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do algodão

O algodão tornou-se uma das principais commodities brasileiras com o avanço da cultura no cerrado, uma vez que nesse ecossistema encontrou condições edafoclimáticas que contribuísse ao seu desenvolvimento. Todos esses fatores juntos favoreceram para alterar a condição do país de importador para um dos maiores exportadores de pluma, destacando-se como uma das atividades agrícolas mais modernas e especializadas no país, com produção de 1.9 milhões de toneladas de pluma e mais de 4.8 milhões de toneladas de algodão em caroço (ABRAPA, 2018).

Segundo dados oficiais da Associação Brasileira dos Produtores de Algodão – Abrapa (2022), a produção da pluma de algodão da safra 2021/2022 cresceu quase 11% no país, foram produzidas 2,6 milhões de toneladas de pluma, ante as 2,3 milhões de toneladas colhidas na safra passada. Ainda de acordo com a Abrapa, estima que a produção de algodão na safra 2022/23 passe de 3 milhões de toneladas, o que representaria aumento de 17,6% sobre o volume do período anterior segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab).

Segundo Leal et al. (2009) a cultura do algodão passou de ser uma atividade alternativa para pequenos produtores para dominar um horizonte maior, com o cultivo em larga escala usando cultivares com arquitetura favorável à colheita mecanizada, com sistema que levam como característica principal a alta produtividade. No mundo, são cultivados, anualmente, aproximadamente 35 milhões de hectares e desde a década de 1950 a demanda mundial tem aumentado constantemente com um crescimento médio anual de 2%.

O Brasil é considerado, após Índia, China e Estados Unidos da América, o quarto maior produtor mundial de algodão. O Mato Grosso e Bahia são os principais estados brasileiros produtores de algodão, sendo responsáveis por 88,6% da área plantada no país. O Estado da Bahia, por si, representa 22,4% da área plantada com o algodoeiro (CONAB, 2018).

A cultura do algodão requer calor e umidade no solo para completar seu ciclo vegetativo, devendo o final do ciclo coincidir com o período seco, para possibilitar a perfeita secagem e deiscência do fruto. Entretanto, o algodoeiro é muito sensível à temperatura, que é um dos fatores ambientais que mais interferem no crescimento e desenvolvimento da cultura e que afeta significativamente a fenologia, a expansão foliar,

a elongação dos internós, a produção de biomassa e a partição dos assimilados pelas diferentes partes da planta, entre outros aspectos (EMBRAPA, 2017).

Apresentando metabolismo fotossintético do tipo C3, com elevada taxa de fotorrespiração, dependendo de fatores ambientais como luminosidade e temperatura, a planta de algodão apresenta elevada complexidade morfológica e fisiológica (RAVEN et al., 2001; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Segundo Alves et al. (2017), o aumento da população de plantas provoca mudanças morfológicas na cultura do algodoeiro, como a redução no diâmetro de caule, da altura de plantas, da área foliar, do número de frutos e da massa de frutos por planta, mas não influencia o número de capulhos por metro quadrado.

De acordo com Souza et al. (2008), a faixa de temperatura para a germinação do algodoeiro está entre 25 °C e 30 °C. Na fase de crescimento vegetativo, a faixa ideal está entre 27 °C e 32 °C. Ainda de acordo com estes autores, temperaturas noturnas superiores a 25 °C atrasam o florescimento, enquanto temperatura noturna baixa (20 °C) combinada com temperatura diurna de 25 °C estimula o florescimento. O algodoeiro é muito sensível à temperatura, noites frias ou temperaturas diurnas baixas restringem o crescimento das plantas levando-as à emissão de poucos ramos frutíferos.

O ambiente possui efeito direto sobre as várias características quantitativas e qualitativas do algodoeiro. Entre os principais componentes que exercem influência direta na produtividade estão: o espaçamento entre fileiras, o arranjo espacial, a densidade além da população de plantas e a configuração de plantio (MEREDITH JUNIOR, 2012).

O principal produto do algodão é a fibra, constituída de uma única célula que contém mais de 95% de celulose, que são extremamente influenciadas por fatores ambientais, uma vez que durante seu crescimento e desenvolvimento ocorrem eventos simultaneamente, como o crescimento vegetativo, florescimento, frutificação e maturação dos frutos. Ao longo do crescimento, seus órgãos vegetativos competem com os órgãos reprodutivos pelos fotoassimilados (BORÉM, 2014).

O nitrogênio é considerado o nutriente mais importante para o algodoeiro devido à grande exigência pela cultura que é a partir de 100 kg /ha, dependendo da expectativa de produtividade, e também, extração pelo solo em maiores quantidades, sendo importante para a cultura devido à interferência nos aspectos de qualidade e quantidade da produção (CARVALHO et al., 2009).

2.2 Nitrogênio e potássio no algodoeiro

O nitrogênio é essencial para a formação das proteínas, as quais são indispensáveis à vida das plantas e faz parte de compostos do metabolismo, como a clorofila e os alcalóides. É também, parte de muitas enzimas e vitaminas e, atua em todas as fases (crescimento, floração e frutificação). É absorvido nas suas formas iônicas, NO_3^- nítrica e NH_4^+ amoníaco (BARROS, 2020).

Segundo Faquin (2005), o nitrogênio é um dos nutrientes exigidos em maior quantidade pelas plantas, constituindo de 2 a 5% da matéria seca da planta. É facilmente redistribuído no floema, apresentando alta mobilidade na planta. No solo, ele também apresenta alta mobilidade, sendo facilmente lixiviado e necessitando de adequado aporte nos estádios de maior resposta das culturas.

Ainda assim, o nitrogênio é eficaz no desenvolvimento dos órgãos vegetativos, e quando aplicado adequadamente, estimula o crescimento, o florescimento, regula o ciclo da planta, aumenta a produtividade e melhora o comprimento e a resistência da fibra, mas em doses elevadas, ocasiona aumento no desenvolvimento vegetativo da planta, o que prejudica a produção e faz com que ocorra formação tardia dos frutos do algodoeiro (DE NADAI GEIB et al., 2015).

Malavolta e Moraes (2007) concluíram que, em doses elevadas prejudicam a produtividade devido ao aumento no crescimento vegetativo.

O nitrogênio é o macronutriente mais limitante para as plantas, por estar ligado com os processos fisiológicos mais importantes, como fotossíntese, respiração, desenvolvimento e atividade das raízes (TAIZ; ZEIGER, 2013). Na cultura do algodoeiro, a adubação nitrogenada exerce efeito positivo sobre a precocidade, massa de cem sementes, produtividade, qualidade de fibra, entre outros.

Por atuar diretamente como constituinte de moléculas de proteínas, enzimas, coenzimas e ácidos nucleicos, além de sua importante função como integrante da molécula de clorofila. Neste sentido, a adubação nitrogenada é extremamente importante como requisito básico para uma boa produtividade na cultura do algodoeiro (TEIXEIRA et al., 2008).

De acordo com Camacho et al. (2013), verificaram que a extração do N é maior a partir do aparecimento dos primeiros botões florais e flores, em torno de 55 a 60 dias após

a emergência, sendo este o período limite para a realização da aplicação do nutriente.

De acordo com uma pesquisa realizada pela Embrapa na safra 2005/2006 na região do Cerrado na Bahia, o uso de 120 kg/ha de N promove o alcance de produtividades de aproximadamente 488 kg/ha de algodão em caroço e permite os teores foliares alcançarem 3,9 g/kg de nitrogênio total. Ainda assim, a cultura não respondeu ao parcelamento da adubação e o uso de aplicação em dose única é viável, mesmo em pré-plantio a lanço e a qualidade global da fibra produzida é excelente e não foi alterada pelas doses nem modos de aplicação usado.

Em um estudo realizado na Bahia por Vitelli (2018), verificou-se que o rendimento de algodão (pluma e caroço) apresentou resposta significativa à adubação nitrogenada em todos os terços do algodoeiro.

O potássio é o cátion mais abundante na planta; tem importante função no estado energético da planta, na translocação e armazenamento de assimilados. Não faz parte de nenhuma estrutura ou molécula orgânica na planta; encontra-se predominantemente como cátion livre ou adsorvido e pode ser facilmente deslocado das células ou dos tecidos das plantas (RAIJ, 2011). Esse elemento catalisa a atividade de mais de 60 enzimas na planta, sendo importante também para a eficiência no uso da água. Ainda assim, possui a função de elaborar os açúcares e o amido, é indispensável para a formação e o amadurecimento dos frutos, aumenta a rigidez dos tecidos e a resistência das plantas às pragas e doenças, favorecendo o crescimento do sistema radicular (EMBRAPA, 2013).

Carvalho et al. (2007) relataram resultados de um estudo em solo arenoso (830 g kg⁻¹ de areia), com CTC de 3,4 cmolc dm⁻³, onde foi observado apenas 66 mg dm⁻³ de K após a aplicação de 320 kg ha⁻¹ de K₂O. Os autores também relataram o aumento dos teores de K em camadas subsuperficiais do solo. Assim, Zancanaro e Tessaro (2006) recomendaram que a aplicação da dose de K deve ser parcelada em solos arenosos: 50 kg ha⁻¹ de K₂O no sulco de plantio e o restante em duas aplicações de cobertura até o aparecimento da primeira flor.

O potássio é um nutriente absorvido em grandes quantidades pelo algodoeiro e desempenha papel fundamental no desenvolvimento da planta, produção e qualidade da fibra (CARVALHO et al., 2011). De acordo com uma pesquisa realizada por Bernardi et al. (2009), a adubação potássica ofereceu maior eficiência agrônômica com dose de 146

kg ha de K_2O no algodoeiro aplicada em pré-semeadura e houve efeito positivo sobre a qualidade da fibra do algodão.

De acordo com Carvalho et al. (2006), as fibras do algodoeiro têm suas características qualitativas influenciadas positivamente pelo suprimento adequado de K, pois este nutriente regulariza o ciclo da cultura, mantém a área foliar e proporciona maior deposição de celulose nas paredes internas das fibras.

O algodoeiro é considerado pouco eficiente na absorção de potássio do solo quando comparado a outras espécies. Dessa forma, a deficiência de K ocorre com maior frequência e intensidade que na maioria das espécies agronômicas. Sua deficiência tradicional em pré-florescimento, é caracterizada pela clorose internerval das folhas, seguida de necrose nas margens e queda; como consequência, há o encurtamento do ciclo, a má formação de capulhos, a redução da produtividade e da qualidade das fibras (CARVALHO et al., 2011).

Segundo Khalifa et al. (2012), obtiveram aumento da produtividade de algodão em caroço com a fertilização potássica, sendo que a melhor combinação de fertilização foi com 100 kg ha⁻¹ de K_2O e 180 kg ha⁻¹ de N.

Ainda conforme pesquisas, Zhu et al. (2020), estudando o desenvolvimento do algodoeiro em solos contaminados com metais pesados, constataram que os biofertilizantes estimularam as atividades das enzimas anti-oxidativas catalase, peroxidase e superóxido dismutase e diminuíram o vazamento de eletrólitos. Também, aumentaram a massa seca de algodão e diminuíram o acúmulo dos metais pesados nos órgãos das plantas; aumentaram o teor de clorofila, a fotossíntese líquida, a condutância estomática e a concentração intracelular de CO_2 .

2.3 Arbolina

A Arbolina é composta por nanopartículas bioestimulantes obtidas por processo de modificação térmica do carbono, para uso em diversas culturas, apresentando melhorias no desempenho. Denominado Krill A32, utiliza como matéria-prima carbono, nitrogênio e hidrogênio, contendo grupos funcionais que podem atuar como carreadores de nutrientes para as plantas. Vale destacar que o biofertilizante resulta em ganhos por melhorias fisiológicas que ocorrerem na planta, como maior potencial de água, maior teor

de clorofila, ativação de ciclos enzimáticos e rotas metabólicas que até então trabalhavam na sua forma natural. (EMBRAPA, 2020).

Possuem características químicas que permitem uma absorção mais eficiente pelas folhas e, dentro da planta, ativa rotas metabólicas essenciais. Os principais benefícios são: aumento da fotossíntese devido maior aproveitamento da luz, ativação mais eficiente de enzimas que fornecem energia para planta, maior desenvolvimento de raízes e maior aproveitamento de água e nutrientes, consequentemente, maior resistência a seca.

Segundo Hao Li et al. (2019), com a aplicação da Arbolina na solução nutritiva, relataram aumentos de aproximadamente 20% na produtividade de soja, tomateiro, berinjela, melancia, rabanete, aipo e repolho.

Recentemente, Kou et al. (2021) relataram aumentos na produtividade de alface e tomateiro com a aplicação em diferentes concentrações (66 e 132 mg L⁻¹). Além disso, foram relatados aumentos nos teores de vitamina C e açúcares solúveis das duas plantas e no teor de proteínas solúveis de tomate, para essas mesmas concentrações.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área de estudo

A pesquisa foi realizada na área experimental Fazenda Modelo Paulo Mizote, localizada na saída de Angical, na BA-447 a 11 km de Barreiras-BA, entre as coordenadas 12°05'17" de latitude Sul e 44°55'16" de longitude Oeste. O clima da região conforme classificação de Köppen, é do tipo Aw típico do Cerrado, com inverno seco, temperatura média anual de 25.7 °C e a precipitação média anual é de 863 mm. O período chuvoso ocorre entre outubro e março e período seco entre abril e setembro. O solo foi classificado como Latossolo franco-arenoso, cujas características químicas se encontram na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química do Latossolo franco-arenoso antes da instalação do experimento na profundidade de 0-20 cm.

Caracterização Química do Solo									
pH	Ca	Mg	Al	H+Al	K	SB	CTC	V	P
-----mmol _c /dm ³ -----								%	mg/dm ³
5,34	39,74	8,26	0,30	21,00	1,97	49,97	70,97	70,41	46,34

3.2 Delineamento experimental, tratamentos e parcelas

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com arranjo fatorial 3x3, com 3 doses do biofertilizante Arbolina (0, 50 e 100 mL/ha), 3 doses de N e K (0, 50 e 100 % da recomendação) em 4 repetições, sendo o biofertilizante igualmente dividido em 3 aplicações de cobertura (55, 70 e 85 DAE) e o adubo aplicado em uma única parcela de cobertura com 35 DAE, pois é a recomendada para a região do Cerrado, de acordo com a Embrapa (2014). O experimento foi conduzido com 4 repetições e 9 tratamentos como mostra a tabela 2, perfazendo um total de 36 parcelas. Cada parcela foi composta por 4 linhas com 5 m de comprimento, 2,5 m de largura (12,5 m²) e espaçamento entre linhas igual a 0,80 m, totalizando uma área de 450m².

Tabela 2: Descrição dos tratamentos do experimento

Tratamento	Descrição
T1	Arbolina (0 mL) + 0 % Nitrogênio-Potássio
T2	Arbolina (50 mL) + 0 % Nitrogênio-Potássio
T3	Arbolina (100 mL) + 0 % Nitrogênio-Potássio
T4	Arbolina (0 mL) + 50 % Nitrogênio-Potássio
T5	Arbolina (50 mL) + 50 % Nitrogênio-Potássio
T6	Arbolina (100 mL) + 50 % Nitrogênio-Potássio
T7	Arbolina (0 mL) + 100 % Nitrogênio-Potássio
T8	Arbolina (50 mL) + 100 % Nitrogênio-Potássio
T9	Arbolina (100 mL) + 100 % Nitrogênio-Potássio

3.3 Instalação e condução do experimento

O plantio do algodão foi realizado com a plantadeira, utilizando-se espaçamento entre fileiras de 0,80 m e entre plantas de 0,20 m, sendo 8 a 10 sementes por metro. Após a germinação de todas as plantas foi realizado o desbaste afim de obter melhor uniformização das plantas nas parcelas. O fertilizante N-K foi aplicado 160g por parcela para a dosagem de 100% e 80 g por parcela para a dosagem de 50%, totalizando aproximadamente 3kg para toda a área, utilizou-se uréia como fonte de nitrogênio e cloreto de potássio (KCl) como fonte de potássio. A Arbolina foi aplicada na dosagem de 5 mL para a dose de 100mL/ha e 2,5 mL para a dose de 50mL/ha, onde foi aplicada em bomba costal diluída em 10 litros de água, totalizando 90mL para toda a área.

É importante ressaltar que, não foi utilizado formulado NPK devido o teor de fósforo no solo está adequado.

Realizou-se os tratos culturais de acordo com a necessidade da cultura, onde foi aplicado semanalmente regulador de crescimento, inseticidas para controle de pulgão, mosca branca, lagartas do complexo *spodoptera* e ramulária; acararicida para controle do ácaro branco e rajado, que são as pragas e doenças que mais acomete a cultura. E também, utilizou-se o herbicida glifosato para o controle de plantas daninhas na área.

3.4 Variáveis analisadas

Todas as variáveis foram analisadas, realizando a coleta dos dados de três plantas por parcela onde obteve-se a média dos dados, os mesmos foram coletados 10 dias após a última aplicação da Arbolina, especificamente 95 DAE.

Altura de plantas: foi avaliada a altura de plantas em centímetros, medindo com uma trena da base da planta até o meristema apical;

Número de ramos: foi realizado a contagem dos ramos secundários da planta;

Diâmetro do caule: com auxílio do paquímetro foi medido o diâmetro do caule em milímetros, aproximadamente 10cm acima do solo;

Número de flores: realizou-se a contagem de todas as flores que tinham na planta;

Número de maçãs: foi realizado a contagem de todas as maçãs encontradas na planta;

Peso das maçãs: foram colhidas todas as maçãs de uma planta e pesadas com auxílio de balança digital, para obtenção da estimativa da massa de 1 maçã em gramas.

3.5 Análise estatística dos dados

Os resultados foram submetidos à análise de variância e realizado os desdobramentos quando houve significância. As comparações de médias foram feitas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, no programa estatístico Sisvar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3, estão apresentados os resultados obtidos para as variáveis altura de plantas, número de ramos, diâmetro do caule, número de flores, número e peso de maçãs avaliadas com a Arbolina.

Tabela 03: Médias referentes à altura de plantas, número de ramos, diâmetro do caule, número de flores, número e peso de maçãs de algodoeiro submetidas a aplicação da Arbolina.

Tratamentos	VARIÁVEIS					
	Alt. de plant.	Nº de ramos	Diâm. do caule	Nº de flores	Nº de maçãs	Peso de maçãs
Arb 0	66,76a	12,25a	10,96a	3,00a	9,08a	12,40a
Arb 50	119,13a	11,91a	11,35a	2,66a	8,50a	11,35a
Arb 100	69,87a	11,58a	11,88a	3,00a	8,75a	11,32a
CV	103,77	0,99	1,17	0,79	1,90	1,16

*Letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**CV= coeficiente de variação

Considerando a avaliação isolada da aplicação da Arbolina, não ocorreu diferença significativa ($P \leq 0,05$) sobre nenhuma das variáveis, no qual condiz com uma pesquisa realizada por Zhou et al. (2018) avaliando o biofertilizante Viusid agro no algodoeiro comparado a outros três biofertilizantes disponíveis no mercado (BioBokashi®, Aquafish Mel® e CropTurfa®), o mesmo apresenta composição parecida com a arbolina, não diferindo dos demais em relação ao peso de maçãs.

Na Tabela 4, estão apresentados os resultados obtidos para as variáveis altura de plantas, número de ramos, diâmetro do caule, número de flores, número e peso de maçãs avaliadas com a adubação de N-K.

Tabela 04: Médias referentes à altura de plantas, número de ramos, diâmetro do caule, número de flores, número e peso de maçãs de algodoeiro submetidas a adubação com N-K.

Tratamentos	VARIÁVEIS					
	Alt. de plant.	Nº de ramos	Diâm.do caule	Nº de flores	Nº de maçãs	Peso de maçãs
N-K 0	117,15a	11,91a	11,13a	3,00a	9,25a	11,49a
N-K 50	69,70a	11,91a	11,98a	3,08a	9,08a	11,67a
N-K 100	68,92a	11,91a	11,08a	2,58a	8,00a	11,91a
CV	103,77	0,99	1,17	0,79	1,90	1,16

*Letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**CV= coeficiente de variação

Considerando a avaliação isolada da aplicação de nitrogênio e potássio, também, não ocorreu diferença significativa ($P \leq 0,05$) sobre nenhuma das variáveis. O que é evidenciado na literatura, onde levando em consideração que a aplicação do fertilizante foi feita em uma única parcela em cobertura, segundo pesquisas realizadas por Kaneko et al. (2013), doses superiores a 40 kg ha^{-1} de N devem ser parceladas em duas aplicações, aos 30 e 50 dias após a emergência. Além disso, deve-se levar em consideração o manejo da adubação nitrogenada do algodoeiro, em especial, na probabilidade de ocorrência de precipitações após a aplicação em cobertura, sendo este fator determinante para o sucesso da adubação nitrogenada.

Vale ressaltar que, de acordo com o autor Oliveira (1988), a eficiência no uso do nitrogênio depende basicamente dos seguintes fatores: doses aplicadas, fontes utilizadas, época de aplicação, forma de aplicação, condições climáticas, intensidade de cultivo da área, estado nutricional, sistema de cultivo, da rotação de culturas e utilização de regulador de crescimento.

O mesmo pode-se considerar para o potássio, onde Carvalho (2009), afirma que, em área de alto potencial produtivo, em solo com a fertilidade corrigida e que apresentou teores médios a altos de potássio, o algodoeiro não respondeu à adubação com doses acima de 60 kg/ha de K_2O . Ainda assim, o mesmo parâmetro é demonstrado em uma

pesquisa realizada por Carvalho et al. (2001), onde verificou-se que as aplicações com K ou N + K não afetaram a altura de plantas, número de entrenós e de ramos frutíferos e não houve diferença entre qualquer tratamento em relação à testemunha.

Tabela 05: Médias referentes ao desdobramento da interação de N-K e Arbolina das variáveis altura de plantas, número de ramos, diâmetro do caule, número de flores, número e peso de maçãs de algodoeiro.

Tratamentos	N-K 0%	N-K 50%	N-K 100%
Altura			
Arb 0	62,40aA	68,82aA	69,07aA
Arb 50	219,90aA	70,45aA	67,05aA
Arb 100	69,15aA	69,82aA	70,65aA
Número de ramos			
Arb 0	12,25aA	12,00aA	12,50aA
Arb 50	12,25aA	12,00aA	11,50aA
Arb 100	11,25aA	11,75aA	11,75aA
Diâmetro do caule			
Arb 0	10,07aA	11,80aA	11,02aA
Arb 50	11,62aA	11,05aA	11,37aA
Arb 100	11,70aA	13,10aB	10,85aA
Número de flores			
Arb 0	3,00aA	3,25aA	2,75aA
Arb 50	3,00aA	2,50aA	2,50aA
Arb 100	3,00aA	3,50aA	2,50aA
Número de maçãs			
Arb 0	10,00aA	9,75aA	7,50aA
Arb 50	9,25aA	7,75aA	8,50aA

Arb 100	8,50aA	9,75aA	8,00aA
Peso de maçãs			
Arb 0	11,85aA	12,40aA	12,97aB
Arb 50	10,75aA	11,30aA	12,00aA
Arb 100	11,87aA	11,32aA	10,77aA

*Letras iguais minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Considerando a interação da Arbolina com N-K, obteve-se diferença significativa ($P \leq 0,05$) apenas nas variáveis diâmetro do caule com o T6 (Arbolina (100 mL) + 50 % N-K) e no peso de maçãs com o T7 (Arbolina (0 mL) + 100 % N-K).

Em relação ao diâmetro do caule observa-se que (tabela 5), obteve-se um melhor resultado quando aplicado 100mL/ha da Arbolina com 50% da recomendação de N-K, onde demonstra a eficiência da Arbolina na redução do uso de fertilizantes, a mesma condição foi observada uma pesquisa realizada pela Embrapa (2023), com o biofertilizante SoloHumics®, afirmou-se que interferiu positivamente no desenvolvimento do algodoeiro.

Se tratando do peso de maçãs, obteve-se melhores resultados quando aplicado 100% da recomendação do N-K e 0 mL da arbolina, de acordo com pesquisa realizada por Dutra et al. (2007) utilizando um biofertilizante orgânico em diferentes concentrações, na concentração de 40 ml/L proporcionaram maiores rendimentos no peso de maçãs por planta do algodoeiro, o que difere dos resultados obtidos neste trabalho.

É importante destacar que, o solo da área que o experimento foi conduzido apresentou alta fertilidade e teores de nutrientes corrigidos, o que compromete a eficiência da arbolina. Dessa forma, faz-se necessário ampliar o espectro de culturas testadas em resposta a esse biofertilizante, e também áreas com fertilidade mais baixa, sendo assim, é oportuno que mais pesquisas sejam desenvolvidas no sentido de testar esse produto. Outro aspecto a ser considerado é relativo a cultivar utilizada, há pesquisas apontando diferenças no comportamento das variedades em relação à responsividade à aplicação de fertilizantes, em especial, ao potássio, (CARVALHO et al. 2005).

4 CONCLUSOES

1. Diante disso, não obteve resposta significativa para as variáveis altura de plantas, número de ramos, número de flores e número de maçãs com nenhum dos tratamentos, vale ressaltar, que a fertilidade do solo é um aspecto de grande influência na eficiência da arbolina.
2. Nas variáveis diâmetro do caule e peso de maçãs obteve-se resultados significativos na interação dos tratamentos. Ainda assim, a arbolina reduziu o uso de fertilizantes na variável diâmetro do caule.
3. Faz-se necessário ampliar mais estudos com fração de doses e com diferentes épocas, como exemplo, na fase de enchimento de maçãs.

6 REFERÊNCIAS

Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (Abrapa). Consumo mundial. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-mundo.aspx> Acesso em: 24 mai. 2022.

Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (Abrapa). Notícias. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/Not%C3%ADcias%20Abrapa.aspx?noticia=1267#:~:text=Para%202022%2F23%2C%20a%20%C3%A1rea,aumento%20esperado%20para%20a%20produ%C3%A7%C3%A3o>. Acessado em: 12 jul 2023.

AGEITEC. Disponível em: www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/mamona/arvore/CONT000h4rb0y9002wx7ha0awynty4m52beo.html acesso em 24 mai. 2022.

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. DIAGNOSE FOLIAR. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/.html> Acesso em 25 jun. 2022.

ALVES, S. G. da; TARTAGLIA, L. F. de; et al. Crescimento, produtividade e qualidade de fibra de algodão colorido influenciados pela população de plantas. Scielo. Rev. Ceres, Viçosa, v. 64, n.1, p. 068-076, jan/fev, 2017.

BARROS, José F. C. Fertilidade do solo e Nutrição das plantas. ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA. Évora. 2020.

BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. O agronegócio do algodão no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 12-17, 2008.

BERNARDI, A. C. de C.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P. de; et al. Doses e formas de aplicação da adubação potássica na rotação soja, milho e algodão em sistema plantio direto. Pesquisa Agropecuária Tropical, vol. 39, núm. 2, abril-junior, 2009, pg. 158-167 Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos Goiânia, Brasil.

BORÉM, A.; FREIRE, E. C.; Algodão do Plantio a Colheita. Viçosa: UFV, 2014. 312 p.

CAMACHO, M. A.; MARCANTE, N. C.; SANTOS, R. C.; RUIZ, J. G. L.; ECCO, M.; PAREDES JÚNIOR, F. P.; SCHIAVO, J. A. Absorção de nitrogênio pelo algodoeiro herbáceo em dois sistemas de cultivo. *Bioscience Journal*. v. 29, n. 1, p. 51-58, 2013.

CARVALHO, L. H. SILVA, N. M. KONDO, J. I. CHIAVEGATO E. J. ALMEIDA, W. P. CARVALHO, H. R. Comportamento de cultivares de algodoeiro em diferentes níveis de adubação nitrogenada em plantio adensado na presença de nematóides. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 2009, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados: Anais. Campina grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 2111-2116.

CARVALHO, M. A. C. DE; BARBOSA, P; et al. Uso da adubação foliar nitrogenada e potássica no algodoeiro. *Bragantia*, vol. 60, núm. 3, 2001, pp. 239-244 Instituto Agrônômico de Campinas Campinas, Brasil.

CARVALHO, M. Adubação do algodoeiro com npk em sistema plantio direto no cerrado. CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 2009, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados: Anais. Campina grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 2136-2142.

CARVALHO, M. C. S.; BARBOSA, K. A.; FERREIRA, A. C. B.; LEANDRO, W. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P. Sugestão de Adubação Potássica do Algodoeiro para o Estado de Goiás - com Base em Resultados de Pesquisa. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 4 p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 269).

CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, G. B.; STAUT, L. A. Nutrição, calagem e adubação do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.). *Algodão no cerrado do Brasil*. 2. ed. rev. ampl. Aparecida de Goiânia: Mundial Gráfica, 2011. p. 677-752.

CARVALHO, M.C.S., BARBOSA K. A. B., et al. Resposta de cultivares de algodoeiro à adubação potássica no cerrado de Goiás. Congresso Brasileiro de Algodão. Embrapa Algodão, 2005. Campina Grande, PB.

CARVALHO, M.C.S.; FERREIRA, G.B. & STAUT, L.A. Nutrição, calagem e adubação do algodoeiro. In: FREIRE, E., ed. Algodão no Cerrado do Brasil. Brasília, ABRAPA, 2007. p.581-647

COCCO, D. L.; Desempenho fisiológico de sementes de algodão. Dissertação (Mestrado Profissionalizante) – Programa de Pós-Graduação e Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2012.

Companhia Nacional do Abastecimento (Conab), 2022. Levantamento da Safra de Grãos 2022/23. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4731-safra-2022-23-producao-de-graos-pode-chegar-a-308-milhoes-de-toneladas-impulsionada-pela-bom-rentabilidade-de-milho-soja-e-algodao>. Acessado em 12 jul 2022.

COSTA, N. M. M.; et al. Adubação com biofertilizante e pó de rocha para o algodoeiro herbáceo em consórcio Agroecológico com culturas alimentares e forrageiras. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2023. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Algodão).

COSTA, Sérgio R.; BUENO, Miguel G. A saga do algodão: das primeiras lavouras à ação na OMC. Rio de Janeiro. Insight engenharia. 2004.

NADAI GEIB, L. R., AMADO, T. J. C., BRAGAGNOLO, J., BORTOLOTTI, R. P., DALLA NORA, D. (2015). Resposta da produtividade do algodoeiro em diferentes doses de nitrogênio e eficiência do sensor óptico em estimar o potencial produtivo. Revista engenharia na agricultura-reveng, 57-64. Disponível em: <https://doi.org/10.13083/reveng.v23i1.522>.

Disponível em: <https://krilltech.com.br/arbolina-novo-estimulante-mais-resistente-a-seca-weglot/>. Acessado em: 27 mai 2023

DUTRA, G; O; K; Andrade; R.; et al. Respostas agrônômicas do algodoeiro colorido brs rubi sob cultivo orgânico. CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: Anais... Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 812-816.

E. B. FAGAN; E. O. ONO; J. D. RODRIGUES; L. H. SOARES E D. DOURADO NETO. Fisiologia vegetal: metabolismo e nutrição mineral. São Paulo. Editora Andrei, 2015.

EMBRAPA (Brasília – DF). Bioestimulante nanotecnológico melhora desenvolvimento de hortaliças. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/55218218/bioestimulante-nanotecnologico-melhora-desenvolvimento-de-hortalicas>> Acessado em: 27 mai 2022.

EMBRAPA (Brasília, DF). Sistemas de Produção Embrapa: Cultura do Algodão no Cerrado. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoif6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7718&p_r_p_-996514994_topicoId=7995. 2014. Acessado em: 24 mai 2022.

EMBRAPA (Campina Grande, PB). Circular Técnico: Diagnose Visual de Deficiências Nutricionais do Algodoeiro. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/90282/1/CIRTEC134.pdf>. Acessado em: 27 mai 2022.

EMBRAPA (Campina Grande, PB). Circular Técnico: Pesquisas com o Algodoeiro no Estado da Bahia Safra 2005/2006.

EMBRAPA (Campinas, SP). BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO: Sequestro de carbono em sistemas de produção de soja, milho e algodão em solo arenoso do Cerrado da Bahia. Disponível em: <https://fundacaoba.com.br/wp-content/uploads/2023/04/boletim-carbono.pdf>. Acessado em: 19 abr 2023.

FAQUIN, V. Nutrição Mineral de Plantas. Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. p.: 157. - Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente.

FERREIRA, G. B.; CARVALHO, M. C. S. Adubação do algodoeiro no Cerrado: resultados de pesquisa em Goiás e Bahia. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. (Documentos, 138).

FOLEY, J., RAMANKUTTY, N., BRAUMAN, K. et al. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478, 337–342. <https://doi.org/10.1038/nature10452>.

FURLANI JR., E.; SILVA, N.M.; BUZETTI, S.; SÁ, M.E.; ROSOLEM, C.A. & CARVALHO, M.A.C. Extração de macronutrientes e acúmulo de massa seca de algodão cv. IAC 22. *Cult. Agron.*, 10:71-87, 2001

GONZÁLES, E.; RODRÍGUEZ, M.; BAÑOS, H.; MONTANO, R.; GARCÍA, A.; VILLAR, J.; ENRIQUE, R.; MUÑOZ, R.; GONZÁLES, E.; RODRÍGUEZ, R.; REYES, O. Uso de SO DE Fitomas-E® em los cultivos de col, tomate, pimiento y papaya. *Agricultura Organica*, v.19, n.2, p.27-31, 2013

JUÁREZ-MALDONADO, A.; ORTEGA-ORTÍZ, H.; MORALES-DÍAZ, A. B.; GONZÁLEZ-MORALES, S.; MORELOS-MORENO, Á.; CABRERA-DE LA FUENTE, M.; SANDOVAL-RANGEL, A.; CADENAS-PLIEGO, G.; BENAVIDES-MENDOZA, A. Nanoparticles and nanomaterials as plant biostimulants. *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 20, no. 1, p. 162, 2019. <https://doi.org/10.3390/ijms20010162>.

KAUR, H.; GOSAL, S. K.; WALIA, S. S. Synergistic effect of organic, inorganic and biofertilizers on soil microbial activities in rhizospheric soil of green pea. *Applied Ecology and Environmental Research*, v.12, n.4, p.1-11, 2017.

KHALIFA K, AL-CHAMMAA M & AL-AIN F (2012). Effect of potassium fertilizers on cotton yield and nitrogen uptake efficiency in an Aridisol. *Communications in soil Science and plant analysis*, 43:2180-2189.

KOU, E.; YAO, Y.; YANG, X.; SONG, S.; LI, W.; KANG, Y.; QU, S.; DONG, R.; PAN, X.; LI, D.; ZHANG, H.; LEI, B. Regulation Mechanisms of Carbon Dots in the Development of Lettuce and Tomato. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, vol. 9, no. 2, p. 944–953, 2021.

LEAL, A. J. F. et al. Comportamento de algodoeiro cultivado em região de Cerrado com diferentes espaçamentos e densidades de plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2009, Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009.

LI, Hao; HUANG, J.; LIU, Y.; LU, F.; ZHONG, J.; WANG, Y.; LI, S.; LIFSHITZ, Y.; LEE, S. T.; KANG, Z. Enhanced RuBisCO activity and promoted dicotyledons growth with degradable carbon dots. *Nano Research*, vol. 12, no. 7, p. 1585–1593, 2019. <https://doi.org/10.1007/s12274-019-2397-5>.

MALAVOLTA, E.; MORAES, M. F. Fundamentos do nitrogênio e do enxofre na nutrição mineral das plantas cultivadas. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. (Ed.). *Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira*.

Piracicaba: Internacional Plant Nutrition Institute, 2007. 722 p.

MALUSÁ, E. AND VASSILEV, N. (2014). A contribution to set a legal framework for biofertilisers. *Appl Microbiol Biotechnol* 98, 6599–6607. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00253-014-5828-y>.. Acessado em: 15 mar 2023

MARUR, C. J; RUANO, O. A reference system for determination of developmental stages of upland cotton. *Revista de oleaginosas e fibrosas*. v. 5, n. 2., p. 313-317, 2001.

MEREDITH JUNIOR, W. R.; BOYKIN, D. L.; BOURLAND, F. M.; CALDWELL, W. D.; CAMPBELL, B. T.; GANNAWAY, J. R.; GLASS, K.; JONES, A. P.; MAY, L. M.; SMITH, C. W.; ZHANG, J. Genotype X environment interactions over seven years for yield, yield 31 components, fiber quality, and gossypol traits in the regional high quality tests. *Journal of Cotton Science*, Bossier City, v. 16, n. 3, p. 160-169, 2012.

OLIVEIRA, F. de A. de; MEDEIROS, J. F. de; OLIVEIRA, F. R. A. de; FREIRE, A. G.; SOARES, L. C. da S. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 3, p. 484-492, 2012.

RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

RAVEN P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia vegetal*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2001. 928 p.

SOUZA, J. G. de; BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de; ALBUQUERQUE, W. G. de; LIMA, R. de S.; CARDOSO, G. D. Fisiologia. In: BELTRÃO, N.E. de M.; AZEVEDO, D. M P. de (Org.). *O Agronegócio do algodão no Brasil*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2008. v. 1, p. 219-249.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 719 p.

TEIXEIRA, I.R.; KIKUTI, H.; BOREM, A. Crescimento e produtividade de algodoeiro submetido a cloreto de mepiquat e doses de nitrogênio. *Bragantia*, Campinas, v. 67, n. 4, Dec. 2008.

ZANCANARO, L.; TESSARO, L. C. Calagem e adubação. In: MORESCO, E. (Org.). *Algodão: pesquisas e resultados para o campo*. Cuiabá: Fundo de apoio à Cultura do Algodão/FACUAL, 2006. p. 57-81.

ZHU, Y.; WANG, H.; LV, X.; ZHANG, Y.; WANG, W. Effects of biochar and biofertilizer on cadmium-contaminated cotton growth and the antioxidative defense system. *Scientific Reports*, v. 10, n. 1, p. 20122, 2020.