

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**POLIHALITA COMO FONTE DE POTÁSSIO NA CULTURA DO
ALGODOEIRO**

RODRIGO MARIN MARTINS FERREIRA

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**POLIHALITA COMO FONTE DE POTÁSSIO NA CULTURA DO
ALGODOEIRO**

Rodrigo Marin Martins Ferreira

Orientador: Profº Dr. José Eduardo Cora

Coorientador: Dr. Hugo Miranda Faria

Trabalho apresentado à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP,
Câmpus de Jaboticabal, para graduação em
ENGENHARIA AGRONÔMICA.

Jaboticabal – SP
1º Semestre/2021

F383p	Ferreira, Rodrigo Marin Martins Polihalita como fonte de potássio na cultura do algodoeiro. / Rodrigo Marin Martins Ferreira. -- Jaboticabal, 2021 30 f. : tabs. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônoma) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientador: José Eduardo Corá Coorientador: Hugo Miranda Faria 1. Adubos e fertilizantes. 2. Algodoeiro. 3. Produtividade agrícola. 4. Potássio. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL



DEPARTAMENTO: Ciências da Produção Agrícola

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO : Polihalita como fonte de potássio na cultura do algodoeiro.

ACADÊMICO: Rodrigo Marin Martins Ferreira

CURSO: Engenharia Agrônômica

ORIENTADOR (ES): José Eduardo Corá

Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

BANCA EXAMINADORA:

Presidente José Eduardo Corá
Membro Almir Salvador Neto
Membro Samara Martins Barbosa

Jaboticabal 06 / 08 / 2021

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 10 / 08 / 2021 "Ad referendum"

Chefe do Departamento

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, aos que me ensinaram o respeito, a vontade de seguir em frente, que me incentivaram em todas as minhas escolhas, e tantas outras coisas mais: Francisco Martins Ferreira Neto e Amaury Martins Ferreira.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço à Deus pelos caminhos aos quais me guiou até aqui.

À minha família por toda a base, ensinamentos e apoio, especialmente à meus pais – Sandra e Francisco – à minha irmã Vittoria, que me ensinaram desde cedo a amar e respeitar o campo e a agricultura.

Agradeço à todos os professores e funcionários da FCAV/UNESP por terem me proporcionado o melhor espaço possível para aprendizado e crescimento pessoal e profissional.

Ao Prof. Dr. José Eduardo Corá, meu orientador, por todo o apoio e atenção durante os anos que estive como seu orientado, sendo atuante e presente em todos os momentos.

Ao meu coorientador, o Dr. Hugo Miranda Faria, por todos os ensinamentos, as lições e a amizade que construímos ao longo desse tempo. Aos membros do Departamento, pela contribuição nas atividades de campo e laboratoriais.

Aos meus amigos e “irmãos” da República Viracopos - pessoas com as quais passei os melhores momentos de minha graduação, pela amizade, a convivência e o apoio durante a execução desse trabalho.

Aos membros da banca examinadora, Almir Salvador Neto e Samara Martins Barbosa pela importante contribuição examinando o projeto e compartilhando suas experiências em prol da valorização dos resultados.

A todos que de alguma forma contribuíram com o presente trabalho e com o tempo em que estive como aluno de graduação da FCAV/UNESP.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	VII
RESUMO	VIII
SUMARIO	IX
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. A importância da nutrição do algodoeiro	4
2.2. A polihalita como fertilizante agrícola	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
5. CONCLUSÃO	17
LITERATURA CITADA	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos tratamentos de acordo com a proporção de polihalita e KCl.	10
Tabela 2 – Análise química do solo feita na área experimental de algodão em Jaboticabal, Brasil.	10
Tabela 3 – Resultados da avaliação das variáveis dos diferentes tratamentos com fontes de potássio na dosagem de 100 kg ha ⁻¹ de K ₂ O.	12
Tabela 4 – Resultados da avaliação das variáveis dos diferentes tratamentos com fontes de potássio na dosagem de 200 kg ha ⁻¹ de K ₂ O.	13
Tabela 5 – Densidade pluviométrica mensal do ano de 2018 em comparação a média da região de 1971-2014.	13
Tabela 6 – Análise foliar dos tratamentos a concentração de 100 kg ha ⁻¹ K ₂ O.	14
Tabela 7 – Análise foliar dos tratamentos a concentração de 200 kg ha ⁻¹ K ₂ O.	14
Tabela 8 – Análise de solo pós-colheita em área de 100 kg ha ⁻¹ K ₂ O.	16
Tabela 9 - Análise de solo pós-colheita em área de 200 kg ha ⁻¹ K ₂ O.	17

RESUMO

O manejo da adubação na cultura do algodoeiro é uma das principais ferramentas para se garantir altas produtividades e melhor qualidade de fibra. Por ocupar a quarta colocação entre os maiores produtores da cultura no mundo, o Brasil investe cada vez mais em tecnologias e manejo adequado para aumentar o potencial produtivo do país. Para tanto, visando disponibilizar melhores fontes de potássio e micronutrientes essenciais ao algodoeiro, diminuir as perdas por lixiviação e um maior residual em campo, o objetivo do presente trabalho foi testar a eficiência da polihalita como fonte de potássio na cultura do algodoeiro. O experimento foi realizado em campo, na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, câmpus Jaboticabal, na cidade de Jaboticabal, São Paulo. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados 2 x 5, sendo duas fontes de potássio (KCl e polihalita), em cinco diferentes proporções (100% KCl; 75% KCl + 25% polihalita; 50% KCl + 50% polihalita; 25% KCl + 75% polihalita; 100% polihalita) avaliando suas respostas para a cultivar FM 944 GL de algodoeiro. Cada parcela experimental constou de 5 linhas de plantas de algodoeiro com 10 metros cada. Os caracteres avaliados foram altura das plantas, número de capulhos por planta, massa de capulhos, massa de pluma + caroço além da análise de solo pós-colheita em cada parcela, em três profundidades, 0-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm. A polihalita apresentou comportamento semelhante aos fertilizantes potássicos comerciais, assumindo potencial para ser utilizada como fertilizante agrícola não só como fonte de potássio, mas também de enxofre.

Palavras-chave: Adubos e fertilizantes, Algodoeiro, Produtividade agrícola, Potássio.

SUMMARY

The management of fertilization in the cotton crop is one of the main agricultural practices to ensure high yields and better fiber quality. Brazil ranks fourth among the largest producers, a country which invests in technology and adequate management to increase the country's productive potential. Therefore, in order to provide better sources of potassium and micronutrients to cotton, reduce losses by leaching and allow a residual in the field, the objective of this work was to test the efficiency of polyhalite as a source of potassium in the cotton crop. The experiment was carried out in the field, at the São Paulo State University Júlio de Mesquita Filho – UNESP, Jaboticabal campus, in the city of Jaboticabal, São Paulo. A randomized block design 2 x 5 was used, with two potassium sources (KCl and polyhalite), in five different proportions (100% KCl; 75% KCl + 25% polyhalite; 50% KCl + 50% polyhalite; 25% KCl + 75% polyhalite; 100% polyhalite) and their responses in cotton cultivar FM 944 GL. Each experimental plot consisted of 5 rows of cotton plants with 10 meters each. The characters evaluated were plant height, number of bolls per plant, boll mass, plume + seed mass, in addition to post-harvest soil analysis in each plot, at three depths, 0-10 cm, 10-20 cm and 20-40 cm. The polyhalite presented a behavior similar to commercial potassium fertilizers, assuming potential to be used as an agricultural fertilizer not only as a source of potassium, but also as a source of sulfur.

Keywords: Fertilizers, Cotton, Agricultural Productivity, Potassium.

1. INTRODUÇÃO

O Algodoeiro (*Gossypium hirsutum*), planta da qual se produz a fibra natural, representa uma das principais commodities agrícolas do Brasil (CONAB, 2020). O Brasil ocupa a quarta colocação entre os países que mais produzem algodão em pluma do mundo, sendo responsável por cerca de 6.8 milhões de toneladas de algodão em caroço na safra 19/20 (ABRAPA, 2021). Mesmo com a atual participação no setor o Brasil apresenta potencial para o aumento de produtividade e área a ser plantada, devido à extensão territorial e tecnificação. Para que a cultura do algodoeiro apresente bom estabelecimento no campo, faz-se necessário a utilização de tecnologias para obtenção de altas produtividades, e a principal técnica de manejo necessária é a adubação com macronutrientes e micronutrientes (AGUILAR, 2017), por meio do uso de tecnologias pertinentes para um adequado manejo de solo.

A fertilidade do solo é um fator a ser manejado para o aumento da produtividade (ZANCANARO; KAPPES, 2012). Com o surgimento de cultivares com potencial produtivo superior, a aplicação adequada de nutrientes é fundamental para a obtenção de melhores produtividades da cultura. Diferentes cultivares apresentam divergências na absorção, translocação e utilização de nutrientes (MARSCHNER et al., 1996). Para tanto, estabelecer níveis de fertilidade de solo em que as cultivares atuais possam entregar todo seu potencial produtivo, se torna cada vez mais necessário, considerando que a eficiência da adubação depende de fatores como a dose aplicada, época, forma de aplicação e fonte utilizada, além disso de condições climáticas, as quais podem favorecer o processo de lixiviação (CANTARELLA et al., 2007).

Para que a aplicação de fertilizantes para uma determinada cultura seja assertiva, é necessária a análise química do solo, associada ao conhecimento das quantidades extraídas e exportadas pelo algodoeiro de cada elemento. O algodoeiro é uma cultura considerada exigente em nutrientes como potássio e nitrogênio (SILVA, 2020). A adubação adequada de potássio, por exemplo, em solos com baixos teores desse nutriente, aumenta o rendimento de pluma e a qualidade da fibra, atua também na questão fitossanitária, reduzindo o grau de severidade de doenças chave da cultura, como as manchas de Alternária e Ramulária (CARVALHO et al., 2006).

Neste caso, o potássio (K) é considerado o macronutriente essencial que apresentou maior incremento de utilização ao longo dos anos na cultura do algodoeiro, sendo absorvido em grandes quantidades pela planta (CARVALHO et al., 2006). O alto índice de absorção, menor somente que a do nitrogênio, faz com que o algodoeiro acumule, durante todo o ciclo, cerca de 63 kg de K₂O para a produção de 1 tonelada de algodão em caroço (CARVALHO et al., 2005). Embora apresente baixa disponibilidade nos solos brasileiros, o potássio participa de reações ao longo do desenvolvimento vegetal, tais como funções fisiológicas, no metabolismo dos carboidratos (DE FREITAS et al., 2007).

No entanto, somente elevar as doses de K na adubação não é recomendado, uma vez que pode ocasionar um consumo de “luxo” de potássio, ou até mesmo perdas por lixiviação. Como alternativa de fertilizantes, o KCl é a fonte de potássio mais utilizada. Por outro lado, ocorre perdas por lixiviação e minimiza a eficiência do processo, aumentando os custos de produção. Levando em consideração as particularidades do manejo com KCl, a pesquisa leva em

consideração diferentes fertilizantes, sendo um deles a polihalita, a qual apresenta liberação lenta do nutriente, além disso fornecer outros, elementos essenciais à cultura do algodoeiro como cálcio, magnésio e enxofre. A utilização da polihalita envolve a agricultura tecnificada, embora seu potencial como fertilizante já tenha sido reportado (FRAPS; SCHMIDT, 1932; BARBARICK, 1991).

A polihalita é um mineral de ocorrência natural de fórmula molecular $K_2Ca_2Mg(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$, composto por 15,7% de K_2O , 18,6% de CaO , 6,6% de MgO e 21,3% de S , por ser menos solúvel em água que outras fontes comerciais, possibilita a liberação lenta dos nutrientes (BARBARICK, 1991). Nutrientes, os quais são considerados essenciais para o metabolismo das plantas e desenvolvimento das culturas agrícolas. A polihalita, diferentemente dos fertilizantes comerciais atuais, não é uma mistura de sais, é um único cristal contendo tais elementos, que são liberados proporcionalmente na solução do solo, o que possibilita e otimiza a tecnologia de aplicação de doses de potássio elevadas (ECHER et al., 2020).

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o desempenho produtivo e seus componentes, bem como a qualidade da fibra do algodoeiro Cv FiberMax® FM 944 GL em resposta a adubação com polihalita como fonte de potássio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A importância da nutrição do algodoeiro

A cultura do algodoeiro exerce importante papel no cenário agrícola mundial, uma vez que fornece à indústria matérias-primas como a fibra, óleo e a torta de caroço. A nível mundial, a produção total de fibra de algodão foi de cerca de 26 milhões de toneladas na safra 2020/2021 (CONAB, 2021). O Brasil se enquadra na quarta colocação entre os maiores produtores mundiais, antecedido pela China, Índia e Estados Unidos (ABRAPA, 2021), com uma produção de pluma de 2,5 milhões de toneladas. No cenário nacional, o estado do Mato Grosso lidera o ranking dos estados produtores e com maior extensão de área cultivada, ultrapassando um milhão de hectares (CONAB, 2021).

Embora considerada uma cultura tolerante, o algodoeiro pode sofrer consideráveis reduções no crescimento e na produção quando exposto às condições de baixa fertilidade de solo (GHEYI, 1997; QUEIROZ; BULL, 2001). Portanto, as tecnologias utilizadas atualmente para obtenção de altas produtividades, envolvem diretamente a correção do solo e a utilização de fertilizantes (CARVALHO; FERREIRA, 2007). Para o algodoeiro produzir cerca de 2,5 t ha⁻¹ de algodão em caroço (ou, aproximadamente, 1.000 kg.ha⁻¹ de pluma), a planta extrai, em cada hectare em torno de 156 a 212 kg de N, 32 a 61 kg de P₂O₅, 118 a 197 kg de K₂O, 62 a 168 kg de CaO, 32 a 47 kg de MgO, 10 a 64 kg de S, 320 g de B, 18 a 120 g de Cu, 123 a 2.960 g de Fe, 47 a 250 g de Mn, 2 g de Mo e 3,42 a 116 g de Zn (THOMPSON, 1999).

Dentre os macronutrientes, o cálcio exerce papel fundamental na cultura do algodoeiro, por ser constituinte da parede celular das células vegetais. Este elemento garante a permeabilidade da membrana e exerce o papel de manter a integridade da célula vegetal (MENGEL; KIRKBY, 1982), além de ser indispensável para a germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico flor (VITTI et al., 2006). A presença do cálcio na solução do solo é de extrema importância, uma vez que este não é redistribuído das folhas para as raízes da planta (RIOS; PEARSON, 1964) e, juntamente com o magnésio, são os principais minerais presente nos calcários comerciais para correção de acidez do solo. No trabalho de Rosolem et al. (2000), observou-se que a calagem teve grande efeito no crescimento radicular das plantas além do aumento da absorção de outros nutrientes pela planta devido ao efeito corretivo que o calcário tem no solo. Já Silva et al. (1997) constataram um aumento de 5% a 8% na produção de caroço de algodão. A deficiência de cálcio acarreta uma diminuição do crescimento da planta, tanto nas partes aéreas como nas raízes, causa o murchamento das folhas, bem como colapso do pecíolo foliar.

O magnésio (Mg), por sua vez, atua diretamente no processo fotossintético com a função estrutural da molécula de clorofila. Em solos adubados com altas doses de cálcio e potássio ocorre a deficiência de magnésio, devido a relação direta entre esses elementos (FRYE; KAIRUZ, 1990). As funções do Mg nas plantas estão relacionadas sobretudo com sua capacidade de compor a molécula de clorofila, além de ser importante ativador enzimático (VITTI et.al, 2006). A deficiência deste nutriente acarreta um desenvolvimento lento da planta, que manifesta a clorose internerval, no caso nas folhas do

baixeiro ou “folhas velhas”, evoluindo para a coloração vermelho purpura, e acarretando a queda destas folhas, por fim acarretando quedas de produtividade (SILVA et al., 1995).

O enxofre é constituinte de moléculas de proteínas da planta, e também faz parte da clorofila. O algodoeiro extrai cerca de 6 kg ha⁻¹ desse nutriente para a produção de 1 tonelada de algodão em caroço (FERREIRA; CARVALHO, 2005). Como fonte de enxofre, muitos produtores utilizam o gesso, que além de melhorar a fertilidade do solo, proporciona melhor desenvolvimento do sistema radicular no subsolo, também fornece as quantidades necessárias de enxofre para o desenvolvimento das plantas de algodão. No entanto, a utilização do gesso como fonte de S, em solos arenosos, pode promover perdas de potássio por lixiviação (SANTOS et al., 2007). A deficiência de enxofre pode causar redução na fotossíntese, por conta de sua presença direta nas proteínas que participam do processo fotossintético, sendo assim a deficiência do nutriente prejudica a formação de novas proteínas, acarretando diminuição da produtividade da cultura (DINIZ, 1984). A aplicação do gesso agrícola disponibiliza enxofre para o solo ocorrendo a neutralização do alumínio no solo, assim aumentando o potencial de crescimento radicular da planta, refletindo diretamente na produtividade do algodoeiro. Em experimento feito por Silva et al. (1997), constataram que o gesso teve efeito direto no crescimento radicular do algodoeiro devido a melhora da subsuperfície do solo, além de proporcionar o aumento de 10% a 16% da produtividade de caroço de algodão quando utilizado.

Dentre os elementos essenciais na cultura do algodoeiro, o potássio é um dos nutrientes mais extraídos pela cultura, pois atua como ativador enzimático, na regulação de abertura e fechamento dos estômatos, e no processo fotossintético. A maior demanda de potássio ocorre entre o aparecimento da primeira flor e a maturação do capulho e no florescimento pleno, 1/3 do total acumulado é absorvido em um período de 12 a 14 dias do início do florescimento (CARVALHO et al., 2007). A recomendação de doses de K pode variar de 30 a 210 kg.ha⁻¹, dependendo do teor de K no solo e da expectativa de produtividade (FRANCISCO; HOOGERHEIDE, 2013). Em experimento feito por Freitas et al. (2007), concluiu-se que a produção de algodão caroço é positivamente afetada pela adubação potássica com ganhos de até 6,8%. Em outro experimento, o potássio gerou um aumento linear na altura de plantas, na produtividade de caroço e no peso de sementes (STAUT; ATHYDE, 1999).

A deficiência de potássio acarreta sintomas de clorose internerval nas folhas, com isso ocorre maturação precoce dos frutos, ou seja, o processo fotossintético é afetado, o fruto não recebe a translocação de fotoassimilados adequada, acarretando perdas em produtividade (SILVA et al., 1995; BORIN et al., 2017).

2.2. A polihalita como fertilizante agrícola

Para atender a necessidade de potássio, cálcio, magnésio e enxofre da cultura, normalmente aplica-se fertilizantes minerais. Como fontes de potássio, por exemplo, são utilizados o cloreto de potássio (KCl), sulfato de potássio

(K₂SO₄), nitrato de potássio (KNO₃), embora o KCl, seja o mais utilizado, devido a aspectos econômicos. Por outro lado, por conter concentrações altas de cloro (47%), o fertilizante KCl quando aplicado em altas doses e em solos com teores baixos de argila, pode causar efeito salinizante, podendo comprometer a germinação das sementes, acarretando quedas de produtividade (SANGOI et al, 2009).

Existem outras fontes potássicas menos conhecidas, como a Polihalita (POLY) (K₂Ca₂Mg(SO₄)₄2H₂O) que contém além do K⁺ outros nutrientes em sua formulação, como o magnésio, cálcio e enxofre. A Polihalita é um mineral encontrado mundialmente, principalmente no Reino Unido (Poly4), sua composição é de 11,6% K₂O, 12,2% Ca, 3.6% Mg, 19.2% S, sendo K, Ca e Mg sulfatos (Da COSTA et al., 2018). Esta tem liberação de seus nutrientes lenta, sendo muito eficaz em solos ácidos e inférteis (BARBARICK, 1991).

Por ser um mineral de ocorrência natural e devido a identificação recente de pelo menos 2,5 bilhões de toneladas métricas de polihalita no Reino Unido (KEMP et al. 2016), utilizar a polihalita como fertilizante na produção vegetal é uma interessante possibilidade, uma vez que o Brasil atende menos de 10% da demanda nacional por adubos potássicos (FELICIANO et al., 2017). No entanto, a utilização da polihalita e a disponibilidade para comercialização ainda é limitada mundialmente, consequentemente, há poucas informações publicadas recentemente sobre o desempenho do POLY como fertilizante para a produção agrícola. Fato que faz com que o atual trabalho seja importante no cenário da agricultura.

Contudo, a indústria de fertilizantes de potássio está mudando novamente e a polihalita está ressurgindo como uma fonte potencial de fertilizantes. Primeiro, por causa da economia favorável resultante do aumento de preços em fertilizantes de potássio (a 5,4% de Taxa de crescimento anual) desde 1974 (NASS, 2014). segundo, devido a necessidade emergente de fertilização com enxofre (S) para otimizar o rendimento e qualidade da cultura, e terceiro devido ao desenvolvimento significativos de depósitos mineráveis de POLY de alta qualidade no Reino Unido (Reino Unido) (KEMP et al. 2016).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo (latitude 21°15'23.04" S e longitude 48°17'14.28" O), localizado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, campus de Jaboticabal, no município de Jaboticabal, São Paulo. Na avaliação do fertilizante foi utilizada a cultivar comercial FiberMax® FM 944 GL, de ciclo médio (160-180 dias). A semeadura foi mecânica, com o uso do espaçamento entre linhas de 0,9 m e deposição de 90.000 sementes por hectare.

Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados com 4 repetições, em esquema fatorial 2 x 5, sendo composto por duas doses de K_2O , 100 kg.ha⁻¹ e 200 kg.ha⁻¹ e cinco diferentes proporções de KCl e polihalita (POLY), sendo essas: 1) 100% KCl; 2) 75% KCl + 25% polihalita; 3) 50% KCl + 50% polihalita; 4) 25% KCl + 75% polihalita; e 5) 100% polihalita, totalizando 40 parcelas no total e 10 tratamentos (Tabela 1). Cada parcela experimental constou de 5 linhas de plantas de algodoeiro com 10 metros de comprimento cada.

Tabela 1 – Distribuição dos tratamentos de acordo com a proporção de polihalita e KCl.

Bloco 1 (Dose K ₂ O 100 kg.ha ⁻¹)		Bloco 2 (Dose K ₂ O 200 kg.ha ⁻¹)	
Tratamento	Adubação	Tratamentos	Adubação
1	100% POLY	6	100% POLY
2	100% KCl	7	100 % KCl
3	50% KCl 50% POLY	8	50% KCl 50% POLY
4	25% KCl 75% POLY	9	25% KCl 75% POLY
5	75% KCl 25% POLY	10	75% KCl 25% POLY

A coleta do material para a análise química do solo da área experimental foi realizada nas camadas de 0 - 20 cm e 20 - 40 cm de profundidade e estão apresentadas na tabela 2. E então, para suprir as necessidades de nitrogênio e fósforo de acordo com os resultados da análise de solo foi recomendada a adubação de acordo com Raij et al. (1996), a aplicação de 80 kg.ha⁻¹ de N na forma de ureia e 100 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de MAP, em área total. A adubação de micronutrientes foi realizada de acordo com as necessidades da cultura (RAIJ et al., 1996). Foram coletadas folhas no estágio de crescimento R1, para análise de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e B.

Tabela 2 – Análise química do solo feita na área experimental de algodão em Jaboticabal, Brasil.

Profundidade (cm)	Ph	P _(resina)	S-SO ₄	K	Ca	Mg	Al+3 (KCl)
	CaCl ₂	-----mg dm ^{-3*} -----		-----mmol dm ^{-3**} -----			
0,0 – 20,0	5	15	2	0,7	15	4	0,0
20,0 – 40,0	4,5	5	3	0,6	7	5	2,0

*mg dm⁻³ = mg kg⁻¹, **mmol_c K dm⁻³ x 39,1 (massa atômica do K) = mg K kg⁻¹

A semeadura foi realizada dia 18 de janeiro de 2018. Durante todo o ciclo do algodoeiro, as devidas práticas agronômicas foram realizadas para o controle de eventuais pragas, doenças e plantas infestantes.

A aplicação de fertilizante em cobertura foi realizada no estágio V3 da cultura do algodoeiro, sendo por volta de 20 de fevereiro de 2018.

Ao final do ciclo da cultura, dia 29 de maio de 2018, foi realizada a colheita manual dos capulhos, descartando as linhas de bordadura das parcelas e colhendo somente 8 m das 3 linhas centrais, com o objetivo de minimizar a influência externa ao tratamento. Após a colheita foram feitas as avaliações dos seguintes caracteres: i) altura das plantas: aferiu-se a altura das plantas com régua graduada; ii) número de capulhos por planta; iii) massa de capulhos: foi pesado o montante de capulhos por tratamento; iv) massa de pluma + caroço: foi pesado, após etapa de descaroçamento, a massa de fibra e caroço por parcela com a finalidade de mensurar o percentual de cada produto. Foi realizada análise de solo pós colheita em cada parcela, em três profundidades, 0-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm.

Os dados foram submetidos ao teste de homocedasticidade e ao teste de normalidade. Após atender as pressuposições da ANOVA, os dados foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) e quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). O software utilizado para a realização de todos os testes foi o programa SPSS (versão 19.0) (FREY, 2017).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a dosagem de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$, utilizando-se diferentes fontes de fertilizantes não houve diferença significativa para as variáveis abordadas, como a produtividade, altura de plantas, número de capulhos, massa de capulhos, massa de pluma e sementes. As diferentes proporções e fontes de potássio

influenciaram no percentual de plumas, dentre os tratamentos, quando usou-se 100% POLY foram as que proporcionaram maior percentual de plumas, assemelhando-se a ela, tem-se os tratamentos com 100% KCl e o 50% KCl 50% POLY (Tabela 3). O potássio está envolvido na translocação e armazenamento de carboidratos nas plantas (FAQUIN, 1996), principal constituinte da fibra do algodoeiro.

Tabela 3 – Resultados da avaliação das variáveis dos diferentes tratamentos com fontes de potássio na dosagem de 100 kg ha⁻¹ de K₂O.

Proporção KCl: POLY	Pl/m	H	C/P	M/C	Msp	%P	PP
100% POLY	7,5	89	6,1	7,3	5,3	59,34 a*	1169,
100 % KCl	7,0	84	5,9	7,6	5,5	57,36 ab	1306,08
50% KCl 50% POLY	6,5	84	5,1	7,6	5,4	56,02 ab	1126,23
25% KCl 75% POLY	6,2	83	6,3	7,5	5,5	55,91 b	1136,71
75% KCl 25% POLY	6,5	86	6,2	7,6	5,6	54,80 b	1292,51

*Médias seguidas da mesma na coluna não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Pl/m: número de plantas por metro; H: altura da planta (cm); C/P: número de capulhos; M/C: massa de capulhos (g); Msp: massa de sementes + pluma (g); %P: percentual de pluma; PP: produção de pluma (kg.ha⁻¹).

Para a maior dosagem de 200 Kg ha K₂O aplicada, não houve diferença significativa para os caracteres avaliados entre as diferentes fontes de K₂O utilizada (Tabela 4). Possivelmente, estes resultados podem ter sido influenciados pela baixa precipitação ocorrida no mês de fevereiro, com isso o fertilizante pode não ter sido aproveitado de forma correta pela planta. Segundo Catuchi et al. (2012) ao avaliarem a resposta da cultura da soja e adubações potássicas sob déficit hídrico, verificaram que a adubação não interferiu para o desenvolvimento fisiológico da cultura, entretanto em condição hídrica adequada obteve-se maior eficiência fisiológica da cultura.

Tabela 4 – Resultados da avaliação das variáveis dos diferentes tratamentos com fontes de potássio na dosagem de 200 kg ha⁻¹ de K₂O.

Proporção KCl: POLY	Pl/m	H	C/P	M/C	Msp	%P	PP
100 % POLY	6,8	82	5,3	7,0	5,0	56,19	1166,66
100 % KCl	6,7	80	5,6	7,1	5,1	56,05	1305,11
50% KCl 50% POLY	5,6	82	5,9	7,5	5,5	54,46	1172,53
25% KCl 75% POLY	6,0	85	6,9	7,3	5,5	55,76	1361,92
75% KCl 25% POLY	6,3	83	6,8	7,8	5,8	55,74	1371,66

Pl/m: número de plantas por metro; H: altura da planta (cm); C/P: número de capulhos; M/C: massa de capulhos (g); Msp: massa de sementes + pluma (g); %P: percentual de pluma; PP: produção de pluma (kg.ha⁻¹).

A não significância do parâmetro de produção em ambas as doses de K₂O, podem ter sido influenciadas por questões pluviométricas do ano de 2018 como mostrado na tabela 5. O déficit hídrico pode ter ocasionado a baixa produtividade no experimento, se comparado a média nacional, bem como afetado na avaliação das variáveis (MORELLO et al., 2009). A necessidade hídrica do algodoeiro está entre 400mm a 700mm, variando de acordo com o ciclo da cultivar e as condições climáticas da região (ZONTA et al., 2016), durante a condução do experimento, foi registrado um índice pluviométrico de 160mm, 60% menor que a necessidade mínima (400mm).

Tabela 5 – Densidade pluviométrica mensal do ano de 2018 em comparação a média da região de 1971-2014.

Mês	ANO	
	2018	1971-2014
	-----Chuva (mm)-----	
Janeiro (semeadura)	270,9	268,2
Fevereiro	86,8	201,8
Março	55,7	160,8
Abril	11,0	75,1
Maio	8,0	52,8
Junho (colheita)	0,0	27,2
Julho	4,2	24,2
Agosto	39,7	24,6
Setembro	64,9	63,5
Outubro	157,0	112,0
Novembro	330,1	160,1
Dezembro		246,2

No entanto, mesmo com a influência negativa dos fatores ambientais, a polihalita apresentou resultados próximos aos das plantas adubadas somente com KCl, podendo ser adotada como uma possível fonte alternativa de K_2O para a cultura do algodoeiro.

A análise foliar realizada procedeu no estágio de florescimento (R1), quando a planta apresenta maior demanda de potássio em todo o ciclo (CARVALHO et al., 2007). Houve então, diferença significativa quanto aos teores de enxofre absorvidos pela planta nas três maiores proporções de polihalita (100% polihalita; 75% POLY: 25% KCl e 50% POLY: 50% KCl), tanto na dose de $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K_2O quanto na dose de $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Tabela 6 e 7).

Tabela 6 – Análise foliar dos tratamentos a concentração de $100 \text{ kg ha}^{-1} K_2O$.

Proporção KCl: POLY	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg^{-1}							
100% POLY	5,9	32,5	7,9	4,7 a	5,5	64,8	210,0	25,5
100 % KCl	6,4	33,1	7,5	2,0 c	6,5	60,0	292,0	24,5
50% KCl: 50% POLY	5,8	29,0	7,4	3,6 abc	7,0	70,0	308,8	22,8
25% KCl: 75% POLY	5,4	32,7	8,5	4,2 ab	8,0	66,7	259,3	24,0
75% KCl: 25% POLY	6,3	28,3	7,7	2,9 bc	6,5	63,5	283,0	25,8
Significância	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	Ns

*Médias seguidas da mesma na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Para a maior concentração de K_2O , 200 kg ha^{-1} , houve incremento significativo no teor de potássio foliar em todas os tratamentos em que foi utilizada a polihalita (Tabela 7).

Tabela 7 – Análise foliar dos tratamentos a concentração de $200 \text{ kg ha}^{-1} K_2O$.

Proporção KCl: POLY	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg^{-1}							
100% POLY	7,4 ab	29,5	8,1	5,2 a	4,3	63,5	291,5	20,5
100 % KCl	5,9 b	32,0	7,3	1,9 b	6,3	66,5	343,0	20,0
50% KCl: 50% POLY	8,0 ab	29,4	7,0	4,1 ab	4,0	65,5	332,0	21,3
25% KCl: 75% POLY	7,9 ab	28,3	7,4	4,9 a	4,0	61,5	267,0	21,0
75% KCl: 25% POLY	8,3 a	29,4	6,9	3,6 ab	3,5	71,8	384,0	20,8
Significância	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns

*Médias seguidas da mesma na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Em experimentos com brássicas utilizando a polihalita, Terrones et al. (2020), também constataram maiores níveis de K foliar até metade do ciclo da cultura, em decorrência da fase de desenvolvimento das plantas. Nas etapas de divisão celular e floração como dreno de nutrientes demandam maiores concentrações de potássio foliar. Durante esse processo, muitos dos componentes celulares são aproveitados, vindo a diminuir com o tempo, os teores foliares de potássio, cálcio e magnésio.

Quando utilizada qualquer proporção de polihalita, os teores de enxofre na folha tendem a aumentar quando comparados ao tratamento com 100% KCl. A deficiência de enxofre pode acarretar na redução do crescimento das plantas de algodoeiro (SILVA, 1995), portanto, era esperado que as plantas tratadas com menor proporção de polihalita apresentassem crescimento reduzido.

O teor de zinco presente nas folhas, nutriente que atua como co-fator da auxina (hormônio do crescimento vegetal), se encontrou no limite inferior da necessidade das plantas, supondo-se que a deficiência desse nutriente tenha sido responsável pela não significância na altura das plantas entre os tratamentos (ARAÚJO; SILVA, 2012).

A análise de solo pós-colheita apresentou diferenças significativas nos teores de enxofre, cálcio e magnésio entre tratamentos para a camada de 0-10 cm (Tabela 8). De acordo com SILVA (2019) a polihalita proporciona um residual de enxofre para a cultura subsequente, no caso o milho. Assim, a polihalita pode ser recomendada não só como fonte de potássio, mas também de macronutrientes essenciais para a cultura.

Tabela 8 – Análise de solo pós-colheita em área de 100 kg ha⁻¹ K₂O.

Tratamento**	pH (CaCl ₂)	P ----- -----	S-SO ₄ mg dm ⁻³ -----	K	Ca	Mg ----- -----	Al ----- ---
0-10 cm							
1	4,1	26,4	123 ab	2,9	9,2 a	7,2 ab*	3,9
2	4,1	25,0	25 c	2,4	6,5 b	4,2 c	3,3
3	4,1	30,0	88 bc	3,0	9,2 a	6,0 abc	4,1
4	4,1	25,2	180 a	3,6	9,7 a	7,5 a	3,7
5	4,1	24,0	65 bc	3,1	8,0 ab	5,5 bc	3,3
10-20 cm							
1	4,3	170	73	1,3	15,5	5,7	1,8
2	4,3	121	51	1,2	14,2	5,2	2,1
3	4,3	145	84	1,3	17,7	5,0	1,9
4	4,3	115	95	1,3	13,0	5,5	1,9
5	4,3	135	77	1,5	13,5	6,0	1,8
20-40 cm							
1	4,2	34	39	0,8	8,2	4,0	3,1
2	4,2	38	17	2,2	10,2	3,2	2,8
3	4,2	45	32	1,5	8,7	3,5	2,8
4	4,2	25	35	0,9	8,7	3,7	2,7
5	4,2	29	28	1,2	7,7	3,7	2,9

* Médias seguidas da mesma na coluna não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

**Os tratamentos são: 1 = 100% POLY; 2 = 100 % KCl; 3 = 50% KCl: 50% POLY; 4 = 25% KCl: 75% POLY e 5 = 75% KCl: 25% POLY.

A análise de solo pós-colheita em área adubada com a maior dose de potássio, 200 kg ha⁻¹ K₂O, apresentou ainda melhores resultados com relação a fertilidade do solo para a profundidade de 20 cm, havendo diferença significativas entre os tratamentos para o teor de enxofre na camada de 0-20cm, bem como os teores de cálcio e magnésio superficiais (0-10 cm) (Tabela 9).

Tabela 9 - Análise de solo pós-colheita em área de 200 kg ha⁻¹ K₂O.

Tratamento	Ph (CaCl ₂)	P -----	S-SO ₄ mg dm ⁻³ -----	K -----	Ca -----	Mg mmolc dm ⁻³ -----	Al -----
0-10 cm							
6	4,3 a	28	318 a	9,9	15,2 ab	10,0 a	3,4
7	4,1 b	29	15 c	6,9	6,7 b	3,7 c	2,5
8	4,2 ab	35	192 b	9,4	16,0 ab	7,0 ab	3,4
9	4,3 a	44	310 a	10,0	18,5 a	9,0 a	2,9
10	4,2 ab	93	133 b	5,0	12,7 ab	5,7 bc	2,8
10-20 cm							
6	4,4	142	169 ab	1,7	16,2	6,2	2,0
7	4,3	152	33 c	3,2	14,7	7,2	1,7
8	4,3	222	85 abc	1,9	15,0	5,5	2,0
9	4,4	190	174 a	1,8	23,7	6,5	1,4
10	4,3	224	76 bc	2,3	14,0	5,0	2,1
20-40 cm							
6	4,3 a	33	66	1,0	10,7	4,0	2,1
7	4,2 ab	31	18	1,2	8,5	4,0	2,3
8	4,2 ab	27	53	1,2	9,0	3,7	2,7
9	4,3 ab	35	65	1,1	11,2	4,2	2,1
10	4,2 b	39	35	1,2	8,2	3,5	3,1

*Médias seguidas da mesma na coluna não diferem pelo teste de Tukey (P > 0,05).

**Os tratamentos são: 6 = 100% POLY; 7 = 100 % KCl; 8 = 50% KCl: 50% POLY; 9 = 25% KCl: 75% POLY e 10 = 75% KCl: 25% POLY.

5. CONCLUSÃO

A polihalita pode ser utilizada como fonte de potássio na produção da cultura do algodoeiro.

Conclui-se que a polihalita pode ser indicada como fonte de enxofre, cálcio e magnésio, além do potássio.

LITERATURA CITADA

AGUILAR, J.V. Crescimento e desenvolvimento do algodoeiro tratado com subdose hormética de 2,4-d em função da aplicação de níquel e nitrogênio. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, UNESP, Ilha Solteira, 2017.

ARAÚJO, É.D.O.; SILVA, M.A. da. Interação boro e zinco no crescimento, desenvolvimento e nutrição do algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, p. 720-727, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE ALGODÃO (ABPRA). **Estatísticas**. Disponível em: <http://www.abrapa.cp,.br/estatisticas/Paginas/Algodao-no-Mundo.aspx>. Acesso em: 20 jun. 2021.

BARBARICK, K.A. Polyhalite application to sorghum-sudangrass and leaching in soil columns. **Soil Science**, v. 151, p. 159-166, 1991.

BORIN, A.L.D.C.; FERREIRA, A.C.D.B.; SOFIATTI, V.; CARVALHO, M.D.C.S.; MORAES, M.C.G. Produtividade do algodoeiro adensado em segunda safra em resposta à adubação nitrogenada e potássica. **Revista Ceres**, v. 64, p. 622-630, 2017.

CANTARELLA, H.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.V.H.; BARROS, N.D.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

CARVALHO, M. da; FERREIRA, G.B. Calagem e adubação do algodoeiro no cerrado. **Embrapa Algodão-Circular Técnica**, 92 (INFOTECA-E), p. 1-16, 2006.

CARVALHO, M.C.S.; BERNARDI, A.C.C.; FERREIRA, G.B. O potássio na cultura do algodoeiro. In: Yamada, T.; Roberts, T.L. (2005) **Potássio na agricultura brasileira**. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba – SP, v. 1, p. 393-404, 2005.

CARVALHO, M.C.S.; FERREIRA, G.B.; STAUT, L.A. Nutrição, calagem e adubação do algodoeiro. In: FREIRE, E.C. (1.ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: ABRAPA, p. 581-647, 2007.

CARVALHO, M.D.C.S.; BARBOSA, K.D.A.; FERREIRA, A.D.B.; Leandro, W.M.; OLIVEIRA JUNIOR, J.P. Sugestão de adubação potássica do algodoeiro para o Estado de Goiás—com base em resultados de pesquisa. **Embrapa Algodão-Comunicado Técnico**, n. 269 (INFOTECA-E), Campina Grande, p. 1-4, 2006.

CATUCHI, T.A.; GUIDORIZZI, F.V.C.; GUIDORIZZI, K.A. Respostas fisiológicas de cultivares de soja à adubação potássica sob diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 4, p. 519-527, 2012.

CONAB. Análise Fevereiro/ 2021. **Companhia Nacional de Abastecimento**, [s. l.], 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analise-regional-do-mercado-agropecuário/analise-regional-mt-algodão/item/15473-algodão-analise-fevereiro-2021>>. Acesso em: 28 jun. 2021

Da COSTA, S.M.; PIERCE, F.J.; TONHATI, R.; ALMEIDA, G.S.; NETO, D.D.; PAVULURI, K. Potato response to polyhalite as a potassium source fertilizer in Brazil: Yield and quality. **HortScience**, v. 53, n. 3, p. 373-379, 2018.

De FREITAS, R.J.; LEANDRO, W.M.; CARVALHO, M.D.C.S. Efeito da adubação potássica via solo e foliar sobre a produção e a qualidade da fibra em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 2, p. 106-112, 2007.

DINIZ, M.D.S. Avaliação da fertilidade de duas classes de solos cultivadas com algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.) no Estado da Paraíba. UFPB, 1984.

ECHER, F.R.; CORDEIRO, C.F.D.S.; DE LA TORRE, E.D.J.R. The effects of nitrogen, phosphorus, and potassium levels on the yield and fiber quality of cotton cultivars. **Journal of Plant Nutrition**, v. 43, n. 7, p. 921-932, 2020.

FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A.E.; VILELA, L.A.A. **Produção de alface em hidroponia**. Lavras: UFLA, 50p., 1996.

FELICIANO, L.; STRANGHETTI, M.D.P.; PRIMO, D.D.F.; FERNANDES, C.; SILVA, A.S. da; VALLE, F.; BERNARDI, A.D.C. Comparação dos fertilizantes polihalita e KCl na adubação da alfafa. In Jornada Científica da Embrapa **Resumo em anais de congresso (ALICE)**, Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos-SP, 2017.

FERREIRA, G.B.; CARVALHO, M. da. Adubação do algodoeiro no Cerrado: com resultados de pesquisa em Goiás e Bahia. **Embrapa Algodão-Documentos**, n. 138 (INFOTECA-E), Campina Grande, 2005.

FRANCISCO, E.; HOOGERHEIDE, H.C. Manejo de nutrientes para o algodoeiro de alta produtividade. Cidade: Mato grosso IPNI, **Informações Agronômicas**, n. 141, Relatório interno, 2013.

FRAPS, G.S.; SCHMIDT, H. Availability to plants of potash in polyhalite. Texas Agricultural Experiment Station, Bulletin 449, **College Station**, TX: Texas A&M University, 16p., 1932.

FREITAS, R.J. de; LEANDRO, W.M.; CARVALHO, M. da C.S. Efeito da adubação potássica via solo e foliar sobre a produção e a qualidade da fibra em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 2, p. 106-112, 2007.

FREY, F. SPSS (software). **The International Encyclopedia of Communication Research Methods**, p. 1-2, 2017.

FRYE, I.A.A.; KAIRUZ, I.A.G. Manejo de suelos y uso de fertilizantes. In: Federación Nacional de Algodoneros. **Bases técnicas para el cultivo del algodón en Colombia**. Bogotá: Guadalupe, p. 113-202, 1990.

GHEYI, H. Efeitos dos sais sobre as plantas. In: Fageria, N.K. (1.ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**, Campina Grande, (s.n.), 1997.

KEMP, S.J.; SMITH, F.W.; WAGNER, D.; MOUNTENEY, I.; BELL, C.P.; MILNE, C.J.; GOWING, C.J.B.; POTTAS, T.L. An improved approach to characterize potash-bearing evaporite deposits, evidenced in North Yorkshire, United Kingdom. **Economic Geology**, v. 111, n. 3, p. 719-742, 2016.

MALAVOLTA, E.A.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, A.S. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. (2.ed.), Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba, 319p., 1997.

MARSCHNER, H.; KIRKBY, E.A.; CAKMAK, I. Effect of mineral nutritional status on shoot-root partitioning of photo assimilates and cycling of mineral nutrients. **Journal of Experimental Botany**, v. 47, 1255-1263, 1996.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Springer Science & Business Media, 2012.

MORELLO, C.L.; SUASSUNA, N.D.; FERREIRA, A.C.B.; BEZERRA, W. Desempenho de linhagens de algodoeiro em cultivo adensado e em safrinha. In: **Congresso Brasileiro do Algodão, n. 7**, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados: Anais, Embrapa Algodão, Campina grande, p. 1593-1598, 2009.

NASS. **Agricultural Prices**. National Agricultural Statistics Service, USA, 2014.
QUEIROZ, S.O.P.; BULL, L.T. Comportamento de genótipos de algodão herbáceo em função da salinidade do solo. **Revista Irriga**, v. 6, p. 124-134, 2001.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. (2.ed.), Campinas: Instituto Agrônômico e Fundação IAC, (**Boletim Técnico, 100**), Cap. 24, p. 261-273, 1996.

RIOS, M.A.; PEARSON, R.W. The effect of some chemical environmental factors on cotton root behavior. **Soil Science Society of America Journal**, v. 28, p. 232-235, 1964.

ROSOLEM, C.A.; GIOMMO, G.S.E.; LAURENTI, R.L.B. Crescimento radicular e nutrição de cultivares de algodoeiro em resposta à calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 827-833, 2000.

SANGOI, L.; ERNANI, P.R.; BIANCHET, P.; VARGAS, V.P.; PICOLI, G.J. Efeito de doses de cloreto de potássio sobre a germinação e o crescimento inicial do

milho, em solos com texturas contrastantes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n. 2, p. 187-197, 2009.

SANTOS, F.C.; COSTA, R.V.; FERREIRA, G.B.; ALBUQUERQUE FILHO, M.R.; BREDA, C.E.; MERLIN, A.; SILVA FILHO, J.L.; PEDROSA, M.B.; SANTOS, J.B. Efeito do uso de gesso na produtividade do algodoeiro e na dinâmica de macronutrientes em solo de textura arenosa do cerrado do oeste baiano. In: **Congresso Brasileiro do Algodão**, n. 6, Uberlândia, **Anais**, EMBRAPA, 2007.

SILVA, A.A. da. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura do algodão, Vilhena-RO. **Trabalho de Conclusão de Curso** (curso de Graduação em Agronomia) - Faculdade da Amazônia, 2020.

SILVA, F.D.F. Uso de polihalita na adubação da soja e seu efeito residual na produção de milho, **Dissertação (Ciências Agrárias - Agronomia)**, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Rio Verde, 40p., 2019.

SILVA, N.D.; CARVALHO, L.D.; CIA, E.; FUZATTO, M.G.; CHIAVEGATO, E.J; ALLEONI, L.R.F. Seja o doutor do seu algodoeiro. **Potafós**, Arquivo do Agrônomo, n. 8, Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 69, 26 p., 1995.

SILVA, N.M. da; RAIJ, B.V.; CARVALHO, L.H. de; BATAGLIA, O.C.; KONDO, J.I. Efeitos do calcário e do gesso nas características químicas do solo e na cultura do algodão. **Bragantia**, v. 56, n. 2, p. 389-401, 1997.

STAUT, L.A., ATHAYDE, M.L.F. Efeitos do fósforo e potássio no rendimento e em outras características agronômicas do algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 10, p. 1839-1843, 1999.

TERRONES, C.; GELENCSE, T.; HAUENSTEIN, S.; SOMMER, L.; SCHWITTER, P.; BÜNNEMANN, E.; MÄDER, P. Testing polyhalite as a tool to overcome nutrient deficiencies in organic cabbage culture. **Electronic International Fertilizer Correspondent**, v. 60, p. 23-30, 2020.

THOMPSON, W.R. Fertilization of cotton for yields and quality. In: CIA, E.; FREIRE, E.C.; SANTOS, W.J. dos. (1.ed.). **Cultura do Algodoeiro**. Piracicaba: Potafós, 94p., 1999.

VITTI, C.G.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, Magnésio e Enxofre. In: Fernandes, M.S. (1.ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 355-374, 2006.

ZANCANARO, L.; KAPPES, C. Solos e sistemas de produção para o algodoeiro, (1.ed.), Cuiabá, MT: **Manual de Boas Práticas do IMAmT**, 2012.

ZONTA, J.H.; BEZERRA, J.R.C.; PEREIRA, J.R.; SOFIATTI, V. Manejo da irrigação do algodoeiro, **Embrapa Algodão-Circular Técnica**, n. 139, Campina Grande, p. 1-8, 2016.