

Manejo Cultural, Correção de Acidez e Adubação do Algodoeiro Cultivado no Cerrado de Roraima



Campo Experimental Água Boa

Campo Experimental Monte Cristo



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

*ISSN 0101 – 9805
Dezembro, 2009*

Documentos 29

Manejo Cultural, Correção de Acidez e Adubação do Algodoeiro Cultivado no Cerrado de Roraima

Gilvan Barbosa Ferreira
Oscar José Smiderle
Moisés Mourão Júnior

Boa Vista, RR
2009

Exemplares desta publicação podem ser obtidos na:

Embrapa Roraima

Rod. BR-174 Km 08 - Distrito Industrial Boa Vista-RR

Caixa Postal 133.

69301-970 - Boa Vista - RR

Telefax: (095) 3626.7018

e-mail: sac@cpafrr.embrapa.br

www.cpafr.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Marcelo Francia Arco-Verde

Secretário-Executivo: Newton de Lucena Costa

Membros: Aloísio de Alcântara Vilarinho

Jane Maria Franco de Oliveira

Paulo Sérgio Ribeiro de Mattos

Ramayana Menezes Braga

Ranyse Barbosa Querino da Silva

Normalização Bibliográfica: Jeana Garcia Beltrão Macieira

Editoração Eletrônica: Vera Lúcia Alvarenga Rosendo

1ª edição

1ª impressão (2009): 300

Ferreira, Gilvan Barbosa.

Manejo Cultural, Correção de Acidez e Adubação do Algodoeiro Cultivado no Cerrado de Roraima / Gilvan Barbosa Ferreira, Oscar José Smiderle e Moisés Mourão Júnior. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009.

59 p. (Embrapa Roraima. Documentos, 29).

1. Algodão . 2. Manejo. 3. Roraima. I. Smiderle, Oscar José . II. Mourão Júnior, Moisés. III. Título. IV. Embrapa Roraima.

CDD: 633.51

Autores

Gilvan Barbosa Ferreira

Engº Agr., MSc. e DSc. em Solos e Nutrição de Plantas, Embrapa Roraima, Rodovia Br 174, km 08, Distrito Industrial, Cx. Postal 133, CEP 69301-970, Boa Vista, RR. E-mail: gilvan@cpafrr.embrapa.br.

Oscar José Smiderle

Engº Agr., MSc. e DSc. em Fitotecnia, Embrapa Roraima, Rodovia Br 174, km 08, Distrito Industrial, Cx. Postal 133, CEP 69301-970, Boa Vista, RR. E-mail: ojsmider@cpafrr.embrapa.br.

Moisés Mourão Júnior

Biólogo, MSc. em Estatística e Experimentação Agropecuária, Embrapa Amazônia Oriental, Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n, Caixa Postal 48, CEP 66095-100, Belém, PA. E-mail: mmourao@cpatu.embrapa.br.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	05
REVISÃO DE LITERATURA.....	06
MATERIAL E MÉTODOS	13
Localização e caracterização dos campos experimentais usados.....	13
Ensaio com espaçamento e densidade de plantio.....	15
Ensaio com calagem e gessagem.....	15
Ensaio com doses crescentes de nitrogênio e regulador de crescimento	16
Ensaio com adubação fosfatada corretiva e de manutenção.....	17
Ensaio com adubações potássicas corretiva e de manutenção.....	11
MANEJO CULTURAL: ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE PLANTIO	18
CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO.....	21
Correção da acidez superficial do solo pela calagem.....	21
Correção da acidez subsuperficial do solo pela gessagem.....	28
ADUBAÇÃO COM NITROGÊNIO E USO DE REGULADOR DE CRESCIMENTO.....	35
ADUBAÇÃO COM FÓSFORO.....	39
Adubação corretiva em área total, com P aplicado a lanço e incorporado com grade	39
Adubação de manutenção, com P aplicado na linha de plantio e em cobertura.....	44
ADUBAÇÃO COM POTÁSSIO.....	47
Adubação corretiva em área total, com K aplicado a lanço no pré-plantio	47
Adubação de manutenção, com K aplicado na linha de plantio e em cobertura.....	50
CONCLUSÕES.....	53
RECOMENDAÇÕES.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

Manejo Cultural, Correção de Acidez e Adubação do Algodoeiro Cultivado no Cerrado de Roraima

Gilvan Barbosa Ferreira
Oscar José Smiderle
Moisés Mourão Júnior

INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro pode ser uma alternativa viável para as condições do cerrado de Roraima, contribuindo para a diversificação agrícola local, onde predominam os cultivos de arroz, soja e milho. O algodão é uma *commodity* de alto valor de mercado, cuja produção cresceu fortemente e viabilizou a agricultura empresarial nos cerrados da região Centro-Oeste, oeste da Bahia e sul do Piauí, Tocantins, Maranhão e Pará (Freire, 1998). Seu cultivo também pode ser feito por agricultores familiares e a produção pode ser usada em confecções artesanais, gerando emprego e renda no campo e na cidade.

O grande entrave a produção em Roraima é a baixa fertilidade dos solos da região de cerrado, além da falta de definição de passos tecnológicos básicos, como densidade e espaçamento de plantio e controle do crescimento das plantas. O algodoeiro necessita de solos corrigidos em profundidade para poder crescer e produzir bem em locais sujeitos a veranicos e/ou com presença de acidez elevadas na subsuperfície; além disso, demanda um bom manejo da fertilidade do solo para poder desenvolver todo o seu potencial produtivo, com fibras de qualidade. Assim, definir critérios locais necessários para corrigir a acidez do solo com calagem e gessagem é fundamental para instalar a cultura, como também determinar os níveis de nutrientes no solo e a quantidade necessária de adubos a aplicar para atingi-los e mantê-los no decorrer dos anos de cultivo do algodoeiro para obtenção de produtividade adequada.

A configuração de plantio é importante, pois define quanto de área vital cada planta tem disponível para aproveitar os fatores edafoclimáticos locais e maximizar a produtividade, sem interferir nas práticas culturais e na movimentação de pessoas e máquinas dentro da lavoura. As condições ambientais de Roraima favorecem o crescimento vegetativo, tornando necessário ajustar as práticas de manejo adotadas das que são normalmente praticadas nas demais regiões produtoras de algodão do país. A adoção dos melhores espaçamentos e densidades de plantio permite ganhos de produtividades e redução de custos no controle de ervas, pragas e doenças.

O algodoeiro é uma planta de crescimento indeterminado. Seu crescimento vegetativo compete fortemente com o produtivo, diminuindo o número de maçãs por planta e a formação de capulhos com fibras de qualidade. Isto se verifica com mais intensidade nos locais onde o crescimento vegetativo é favorecido por condições edafoclimáticas, como em Roraima, ou de manejo, especialmente com a elevação artificial da fertilidade do solo. Por outro lado, o crescimento de seus ramos principal e laterais são sensíveis ao uso de hormônio, como cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat. Daí a necessidade de otimizar seu uso para que o sistema de produção de algodão em Roraima aproveite o máximo potencial genético das variedades disponíveis.

Este trabalho tem como objetivo geral estabelecer condições de fertilidade de solo, configuração de plantio e controle de crescimento que permitam a exploração rentável do algodoeiro nos cerrados de Roraima. Mais especificamente, objetiva-se: I) definir o melhor arranjo de plantio para o cultivo do algodoeiro; II) definir a necessidade de uso de hormônio de crescimento; III) definir a melhor saturação de bases trocáveis na camada de 0-20cm; IV) definir critérios de identificação da necessidade de gessagem e de recomendação de gesso, usando os teores e a saturação de bases e de alumínio trocáveis nas camadas de 0-60cm; V) definir as doses de máxima eficiência econômica de nitrogênio, fósforo e potássio para a exploração econômica do algodoeiro no cerrado de Roraima.

REVISÃO DE LITERATURA

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum L.*) evoluiu em solos calcários ricos em nutrientes.

Melhorado para maximizar sua produtividade, tem alta demanda de nutrientes para obter produções rentáveis, extraído do solo 156-212 kg de N, 32-61 kg de P₂O₅, 118-197 kg de K₂O, 62-168 kg de CaO, 32-47 kg de MgO, 10-64 kg de S, 320 g de B, 18 a 120 g de Cu, 123-2.960 g de Fe, 47-250 g de Mn, 2 g de Mo e 3-116 g de Zn para produzir 2.500 kg/ha de algodão em caroço, dependendo das condições de clima, solo, manejo, variedade utilizada

e produtividade alcançada (MALAVOLTA, 1987; STAUT E KURIHARA, 1998; THOMPSON, 1999).

Ferreira et al.(2004) quantificaram a extração total de 247 kg de N, 91 kg de P_2O_5 , 261 kg de K_2O , 129 kg de CaO, 94 kg de MgO e 20 kg de S para produtividade média de 3.561 kg/ha de algodão em caroço, no cerrado da Bahia. A retirada aumenta com a queima da resteva. A adubação deve repor as quantidades exportadas, acrescidas daquelas perdidas por lixiviação, volatilização, fixação e erosão do solo, senão haverá declínio na produtividade nas safras seguintes. Segundo os autores, no primeiro ano do experimento, a produção máxima (3.898 kg/ha) foi obtida com 106-88-124 kg/ha de N- P_2O_5 - K_2O que repõem os nutrientes exportados pela colheita (estimados em 132-48-86 kg/ha de N- P_2O_5 - K_2O), exceto N, mas é inferior à extração total do solo, estimada em 270-100-286 kg/ha de N- P_2O_5 - K_2O , respectivamente, demonstrando uso residual de adubações anteriores. A retirada pela colheita deve ser, no mínimo, igual à quantidade de NPK adicionada na adubação anual para que o sistema se mantenha sustentável.

No Brasil, cerca de 94,2% da área plantada e 96,8% da produção de algodão está nos cerrados (CONAB, 2010), em solos originalmente ácidos e pobres em nutrientes, corrigidos com calcário, gesso e adubação (LOPES, 1984), de modo a oferecer uma fertilidade adequada para a cultura (FERREIRA e CARVALHO, 2005). Até 5.250 kg/ha de algodão em caroço são produzidas em condições de sequeiro, com média de 3.999 kg/ha, considerada a maior produtividade do mundo.

Sendo os solos ácidos e pobres em bases trocáveis na camada arável e abaixo dela, a base fundamental da adubação é a correção com calcário e gesso. São necessárias saturações de bases na camada arável de 50-60% e de 40-45% nas camadas de 20-40 e 40-60cm (ROSOLEM, 2001; SOUSA et al., 1989). Não há resultados de pesquisas para as condições de Roraima, daí a necessidade de determinar o nível de correção da acidez nos seus solos (MELO et al., 2004). Apesar das chuvas abundantes, veranicos de até 20 dias são comuns no período chuvoso, sendo necessário que as raízes se aprofundem em mais de 120 cm para resistir com perda mínima de produtividade (REICHARDT, 1985; LOPES e GUILHERME, 1994). Isto é possível com correção da acidez superficial e subsuperficial.

O gesso agrícola tem se mostrado como eficiente corretivo da acidez trocável subsuperficial dos solos no Brasil (RITCHEY et al., 1997), especialmente na região do cerrado onde seus efeitos tem sido estudados desde a década de 1980 devido aos freqüentes veranicos comuns na região.

Após um veranico de 13 dias, comum anualmente no cerrado do Brasil central, a água disponível no solo pode ser esgotada, em média, até 65cm de profundidade (WOLF, 1975). Segundo Reichardt (1985), após 12 dias seguidos de veranico, o esgotamento alcança 60 e 100 cm, para solos com < 18 e > 18% de argila, respectivamente; acima de 20 dias, as camadas de até 100 cm de profundidade secam nos solos argilosos, enquanto os mais arenosos, têm esgotamento abaixo dos 140 cm. Desta forma, é necessário corrigir o perfil do solo para garantir maior crescimento radicular e menor ou nenhuma perda de produtividade. No algodoeiro, em solos bem corrigidos, já foram encontradas raízes até 2,20 m de profundidade, em lavouras produzindo 5.250 kg/ha, em Neossolo Quartzarênico do cerrado da Bahia (JCO ASSESSORIA AGRONÔMICA, 2005).

Essa correção em profundidade é feita com uso do gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), que tem alta solubilidade em água (cerca de 2,9 g/L), quando comparada com aquela do calcário (CaCO_3), inferior a 0,5 g/L (SOUSA e RITCHEY, 1986). Além disso, o íon SO_4^{2-} é um eficiente ânion acompanhante dos cátions que percolam no soluto lixiviado pelo perfil do solo, pois tem dificuldade em se adsorver na camada arável devido a intensa competição com os ânions de H_2PO_4^- , principalmente, ânions orgânicos em geral e, até mesmo, o NO_3^- presente em alta concentração na camada arável, devido à adubação nitrogenada e à eficiente ação das bactérias aeróbicas nitrificantes dos solos cultivados, em condição de chuva. O sulfato também sofre repulsão elétrica devido à maior carga elétrica superficial das partículas da camada arável. Desse modo, ele tende a ficar na solução do solo, ajudando a neutralizar as cargas elétricas dos cátions dissolvidos, mono, bi e trivalentes, formando pares iônicos hidratados. Como tal, ele percola em profundidade, enriquecendo as camadas inferiores de cátions, aumentando a força iônica da solução do solo, formando espécies iônicas AlSO_4^+ , eliminando a toxidez por Al^{3+} e permitindo crescimento abundante de raízes em profundidade. O efeito da gessagem no aumento do crescimento radicular do algodoeiro já foi demonstrado por Silva (1999), Carvalho et al. (2007) e, mais recentemente, por Santos et al. (2007) e Ferreira et al. (2009).

A definição de doses de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) é essencial para viabilizar o aproveitamento econômico dos solos do cerrado, como feitos na Bahia (FERREIRA et al., 2004) e em Goiás (CARVALHO et al., 2005), entre outros, com recomendações de uso de calagem e adubação (FERREIRA e CARVALHO, 2005). Trabalhos similares deverão ser feitos em Roraima para fornecer dados precisos sobre as necessidades de adubos para a produção do algodoeiro.

Doses de N acima de 150 kg/ha no algodoeiro, geralmente, são antieconômicas (MEDEIROS et al., 2001). Elas aumentam o tamanho dos frutos da parte superior da planta, porém o

reduz na parte inferior e mediana, resultando em baixo ou nenhum ganho sobre a produtividade; apesar disso, é comum o uso de quantidades superiores a 120 kg/ha de N nos cultivos tecnificados do cerrado (ROSOLEM, 2001). Quando a produtividade se aproxima de 300 @/ha, há a tendência de ser viável o uso de doses maiores. No cerrado baiano, determinou-se que o uso de até 169 kg/ha é economicamente viável na variedade Delta Opal (FERREIRA et al., 2006). Em geral, aplicam-se pequenas quantidades de N no plantio e o restante, em cobertura aos 35 a 40 dias (SILVA, 1999), em dose única ou parcelada em até duas vezes, no máximo até os 55-60 dias (ROSOLEM, 2001). Perdas por lixiviação de nitrato (5-20%), volatilização de amônia (até 78% do N na uréia, aplicada a lanço em SPD), por desnitrificação e erosão ainda são discutidas e analisadas (CERETA, 2000).

O algodoeiro é uma planta exigente em nutrientes, mas de grande vigor vegetativo. Em média, a cultura extrai cerca de 1 kg/ha de nitrogênio (N) para cada arroba (@/ha) de algodão em caroço produzida (CARVALHO et al., 2007), o que pode ultrapassar 350 kg/ha de N em áreas com produtividades acima de 350 @/ha. Porém, é necessária a aplicação de doses elevadas de regulador de crescimento para conter as partes vegetativas da planta e moldar o seu crescimento, senão a planta ultrapassa facilmente a altura de 1,20 m (TEIXEIRA et al., 2008; FERREIRA et al., 2006; CIA et al., 1996) e pode ter perdas elevadas por podridão de maçãs, dificultando a colheita mecânica ou prejudicando a qualidade da fibra por excesso de pedaços de caule, que são raspados pelas partes mecânica da colheitadeira durante a operação de colheita. Segundo Lamas (2007), o uso de cloreto de mepiquat (CM) ou de cloreto de clomerquat é efetivo no controle do crescimento da planta, se aplicados nas fases corretas de crescimento e desenvolvimento da planta e em período sem chuva de ao menos 12 h após a pulverização, para evitar lavagem do produto (SOUZA e ROSOLEM, 2007).

O uso conjunto desses insumos permite nutrir adequadamente o algodoeiro em N para alcance de altas produtividades e manter ou melhorar a qualidade da fibra. Por outro lado, devido a forte variação fenotípica da planta em diversos ambientes de cultivo, o uso correto desses fatores precisa ser determinado em cada região produtora. Assim, esse conhecimento é essencial para se estabelecer uma cotonicultura forte no Cerrado de Roraima, onde ainda não existe recomendação regional de uso de N e regulador de crescimento com base em pesquisas locais.

O K é o segundo nutriente mais requerido pelo algodoeiro, melhorando a resistência da planta ao *deficit* hídrico, as características de comprimento, alongamento, resistência e produção da fibra (SILVA, 1999) e sua tolerância a doenças (CARVALHO et al., 2005). A cultura extrai do solo, na forma de K₂O, de 64 a 89 kg/ha/t de algodão em caroço, alcançando médias de 73,3 kg/ha/t (FERREIRA e CARVALHO, 2005). Apesar disso, a exportação pelas partes colhidas é

relativamente baixa, com média de 22,0 kg/ha/t de algodão em caroço. A maior parte fica retida na matéria seca da parte aérea, especialmente, nas paredes dos capulhos, sendo reciclado na safra seguinte ou perdido da área por lixiviação.

A falta de K torna o crescimento lento, provoca clorose marginal e internerval em toda a folha, começando pelas mais velhas, do baixeiro; posteriormente, há necrose marginal, rasgadura, morte e queda da folha, levando a forte desfolha precoce na planta. Como consequência, a planta não forma corretamente os capulhos, reduzindo seu número e tamanho e, muitas vezes, caem da planta, com redução acentuada ou mesmo perda completa da produção, seja pela quantidade ou pela qualidade da fibra produzida (MALAVOLTA, 1987; CARVALHO et al., 1999).

Não se espera resposta em produção com teor trocável acima de $0,25 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ e relação $(\text{Ca} + \text{Mg})/\text{K}$ menor que 20 (SILVA et al., 1984). Saturação da CTC a pH 7,0 com K^+ de 4-5 % em solos arenosos e de 3-4% em solos argilosos também indica disponibilidade adequada (Malavolta, 1987), especialmente em solos de cerrado de baixa CTC ($< 4,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$), apesar dos teores absolutos serem mais apropriados para essa análise (RAIJ et al., 1996). Carvalho et al. (2005) têm mostrado resposta significativa ao K até o limite de $(\text{Ca} + \text{Mg})/\text{K}$ igual a 23, com redução de produtividade a partir de 35. Assim, mesmo no cerrado, deve-se mantê-la < 20 , preferencialmente.

Para que a cultura do algodoeiro seja explorada nas condições de cerrado, é necessário que se corrija os teores de K disponível do solo. Essa correção pode ser feita diretamente na linha de plantio, como recomendado por Silva (1999) no estado de São Paulo. Alternativamente, tem sido recomendado uma adubação corretiva com potássio, para baixa e média disponibilidade de K disponível no solo, usando 50 a 100 kg/ha de K_2O , para solos com CTC a pH 7,0 menor e maior que $4,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, respectivamente (VILELA et al., 2004). Em algumas regiões do cerrado do Sudeste do Brasil é comum a aplicação do K a lanço, em pré-plantio, especialmente quando se faz a adubação do sistema de produção. Também é comum o uso de adubação corretiva a lanço quando se inicia um novo ciclo de três cultivos de algodão, após uma sucessão com soja ou milho. Em geral, no entanto, Carvalho et al. (2007) têm recomendado adubação de manutenção na linha de plantio, que pode ser parcelada em duas coberturas aos 20 e 45 dae ou aplicada em dosagem única aos 15 a 20 dae, nas quantidades exigidas para atingir a produtividade esperada na cultura na região. Em Roraima, essa produtividade pode chegar a 6.000 kg/ha, em condições irrigadas, ficando entre 3.000 a 4.000 kg/ha, em áreas já cultivadas anteriormente e uso de tecnologia adequada, em condições de chuva (FERREIRA e SMIDERLE, 2008). Entretanto, não existem recomendações

específicas de adubação com K do algodoeiro no estado de Roraima e essa falta de conhecimento pode comprometer a exploração econômica e da cultura na região, especialmente no cerrado.

O P é o terceiro nutriente mais usado na cultura do algodoeiro no Brasil, pois os solos do país têm baixa disponibilidade e alto potencial de fixação na fração argila, predominantemente de caulinita e óxidos de ferro e alumínio. Assim, a tendência é a cultura ser explorada em área que tenha recebido adubação corretiva, a lançar, ou já incorporada ao sistema produtivo a vários anos com cultivos de arroz e, principalmente, soja. Neste caso, a adubação de manutenção é a mais usada.

O algodoeiro é uma planta muito exigente em P disponível, sem o qual seu crescimento é reduzido e, eventualmente, paralisado, forte acúmulo de amido ocorre nas folhas, que se tornam verde-escuro intenso, têm necrose nas bordaduras e pontuações necróticas esparsas na lâmina foliar, apresenta coloração pardacenta, amarelo-bronzeado, enegrece e cai. O final do ciclo pode ser antecipado, com pouca ou nenhuma produção de capulho e, eventualmente, queda dos pequenos capulhos formados e morte da planta (MALAVOLTA, 1987; CARVALHO et al., 1999). O P é o elemento formador da produção com pouco efeito sobre as qualidades tecnológicas da fibra, em condições normais de cultivo (SILVA, 1999).

Para que a cultura seja explorada nas condições de cerrado, é necessário que se corrija o solo, preferencialmente, com uma fosfatagem, e se aplique anualmente as quantidades exigidas para atingir a produtividade esperada da cultura na região. Em solos arenosos, pequena dose de P é suficiente para elevar os teores disponíveis e o seu manejo deve ser diferenciado dos mais argilosos, que exigem maiores quantidades do nutriente e têm níveis críticos mais baixo, conforme já é feito em Minas Gerais com o uso do extrator Mehlich-1, sensível ao fator capacidade tampão de P no solo. Apenas o uso de um extrator de menor sensibilidade ao fator capacidade pode determinar níveis críticos únicos para diferentes solos (RAIJ et al., 1996), mesmo assim, com sérias dúvidas quando se considera que a planta também é sensível ao fator capacidade (NOVAIS e SMYTH, 1999). No Cerrado baiano, a eficiência da adubação fosfatada é de cerca de 15%, havendo enriquecimento anual do solo pelas doses aplicadas; a planta precisa de 107 kg/ha de P_2O_5 para alcançar uma produtividade de 3.900 kg/ha, sendo 85% absorvida dos teores nativos e, ou, do resíduo de adubação dos anos anteriores (FERREIRA et al., 2004). A exportação pela colheita é de 61 kg/ha, indicando que a construção da fertilidade inicial e a definição de doses de manutenção subsequentes são passos essenciais para obtenção de altas produtividades na área.

A adubação de plantio ou de fundação do algodoeiro é muito importante, pois permite colocar no solo, ao lado e abaixo da semente, as quantidades de nutrientes necessárias ao desenvolvimento inicial da planta. No caso do P, toda a adubação de manutenção é posta na linha de plantio, especialmente em solos com baixo teor de P disponível e alta capacidade de adsorção. Segundo Silva (1999), esta é a forma de aplicação mais efetiva, pois permite que a cultura aproveite o máximo do nutriente aplicado, que pode alcançar de 5 a 15% (FERREIRA et al., 2005). Apenas em condições de alto teor de P disponível, a aplicação de P a lanço ou na linha de plantio tem efeito equivalente (SILVA, 1999). Em Roraima, não existem recomendações específicas de adubações corretivas e de manutenção com P para o algodoeiro.

Quanto à configuração de plantio, pode-se aumentar a população de plantas para se atingir maior produtividade na cultura do algodão. Severino et al. (2003) testaram populações entre 70 e 260 mil pl/ha e concluíram que a diminuição do espaçamento entre linhas favorece o aumento da produtividade, sendo 0,35m o mais produtivo. No entanto, a densidade de plantas na linha entre 5,4 e 8,8 pl/m não a afeta. Araújo et al. (2003) não detectaram efeito da densidade (5 a 20 pl/m) sobre a produtividade de quatro cultivares, evidenciando grandes benefícios no emprego da técnica de adensamento. O algodoeiro é uma planta versátil em seu comportamento produtivo, ajustando seu crescimento ao espaço vital disponível. Isto permite seu cultivo em variados espaçamentos entre linhas e números de plantas/m, sem perdas de produtividade. Dentro dos limites de alguns fatores ecológicos básicos, especialmente umidade do solo, disponibilidade de nutrientes e luminosidade incidente, a planta pode até elevar sua produtividade à medida que seu plantio é adensado. No entanto, a necessidade de movimentação de máquinas e pessoas na área para as aplicações de insumos e controles de insetos-praga, doenças e ervas daninhas, além da qualidade da fibra produzida são aspectos adicionais a serem considerados.

Tradicionalmente, o algodoeiro é semeado manualmente no espaçamento de 0,7 a 1,0 m entre linhas, com cinco covas por metro, cada uma delas com duas sementes.

Mecanicamente, o usual são os espaçamentos de 0,76 a 0,96 m, com 5 a 9 plantas por metro, usando plantadeiras específicas para a cultura. Entretanto, devido a necessidade de reduzir custos é necessário o compartilhamento de máquinas com outras culturas geralmente trabalhadas na propriedade. Com o surgimento de colheitadeiras de plantios adensados, a tendência é o cultivo do algodoeiro em espaçamentos similares aos da soja e do milho adensado (0,45 a 0,50 m entre linhas).

Em Roraima, busca-se determinar os espaçamento e densidade que permitam o cultivo tradicional, visando o uso de colheitadeiras convencionais ou a colheita manual. Como o clima

é quente (médias de 23 a 33 °C), chove muito (1.600 mm), a insolação é sempre alta (12 h/dia) e o solo será adubado e corrigido, haverá condições para crescimento excessivo do algodoeiro. Assim, também se faz necessária a avaliação do uso do cloreto de mepiquat, visando o controle do crescimento das plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e caracterização dos Campos Experimentais usados

Os ensaios foram conduzidos nos Campos Experimentais Água Boa (CEAB) e Monte Cristo (CEMC), da Embrapa Roraima, localizados no município de Boa Vista/RR, no período de fevereiro de 2007 até dezembro de 2008.

Os Campos Experimentais situam-se em áreas sob vegetação de cerrado, com predomínio de pastagem nativa e ocorrência de arbustos de 2 a 5 m de altura, os quais são mais frequentes no CEMC. O solo usado no CEAB é classificado como Latossolo Amarelo, textura franco-arenosa, e o usado no CEMC, Latossolo Vermelho distrófico, textura franco-argilosa.

Os experimentos feitos para estudos de configuração de plantio e para caracterização da resposta à adubação nitrogenada e ao uso de cloreto de mepiquat foram realizados em áreas já cultivadas anteriormente, cujas análises feitas antes do plantio são mostradas na tabela 1. No entanto, foram realizados em campos nativos os ensaios conduzidos para estudo da correção da acidez do solo, com calcário e gesso, e de adubação e calibração de P e K na cultura do algodoeiro. Os solos nativos utilizados nesses estudos foram caracterizados como mostrados na tabela 2.

Em todos os ensaios, foi utilizada a variedade BRS Cedro, com o plantio feito no início da estação chuvosa, entre a última semana de maio e a primeira dezena de junho. Com exceção dos ensaios de configuração de plantio, utilizou-se a densidade de 9 a 12 sementes/m, em parcelas com seis linhas de 5 m de comprimento espaçadas entre si em 0,90 m. As duas linhas centrais, dispensadas os 0,5m de cada extremidade, foram colhidas como parcela útil. Os controles de pragas (insetos, doenças e ervas-daninhas) seguiram as práticas e produtos recomendados no manejo integrado de pragas para a cultura do algodão no cerrado (CHRISTOFFOLETI et al., 2007; SANTOS, 2007; SUASSUNA e COUTINHO, 2007).

Tabela 1. Análise de rotina da fertilidade de solos incorporados à atividade agrícola a mais de 5 anos e usados nos ensaios com espaçamento e densidade de plantio.

Camada cm	pH água	Ca	Mg	K	Al	H+Al	SB	CTCt	CTCe	V	m	P	M.O.	Argila	
		----- cmol _c /dm ³ -----									---- % ----		mg/dm ³	g/dm ³	%
Campo Experimental Água Boa															
0-20	5,1	1,07	0,31	0,15	0,18	1,9	1,53	3,4	1,7	45	11	20,6	12,4	23	
20-40	5	0,74	0,15	0,02	0,24	1,82	0,91	2,7	1,2	33	21	0	6,9	34	
40-60	5,2	0,6	0,1	0,01	0,15	1,65	0,71	2,4	0,9	30	17	0	5,1	38	
Campo Experimental Monte Cristo															
0-20	5,6	2,41	0,46	0,13	0,08	2,89	3	5,9	3,1	51	3	43,5	13	34	
20-40	5,4	1,71	0,28	0,04	0,1	2,23	2,03	4,3	2,1	48	5	8,8	9,5	36	
40-60	5,3	1,53	0,28	0,05	0,08	1,82	1,86	3,7	1,9	51	4	4,2	8,4	39	

Obs.: pH, em água na relação solo:água 1:2,5; Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Al³⁺, cálcio, magnésio, potássio e alumínio trocáveis, respectivamente; P, fósforo disponível (Mehlich-1); M.O., matéria orgânica; V, volume de saturação por bases trocáveis; e m, saturação por Al³⁺.

Tabela 2. Valores dos atributos de fertilidade de solos nativos, não cultivados, dos Campos Experimentais Água Boa e Monte Cristo, pertencentes a Embrapa Roraima. Boa Vista, RR, 2007.

Camada cm	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTCt	CTCe	V	m	P	MO	Argila	
		----- cmol _c /dm ³ -----									---- % ----		mg/dm ³	g/dm ³	dag/kg
0-20	4,8	0,70	0,15	0,02	0,52	2,43	0,87	3,3	1,4	26	37	0,41	14,4	20	
21-40	5,1	0,43	0,07	0,00	0,32	1,57	0,5	2,1	0,8	24	39	0,00	5,1	27	
41-60	5,2	0,69	0,10	0,00	0,22	1,57	0,79	2,4	1	33	22	0,00	2,6	31	
0-20	5,3	1,20	0,23	0,01	0,27	3,05	1,44	4,5	1,7	32	16	0,00	13	34	
21-40	5,4	0,96	0,13	0,01	0,22	2,39	1,1	3,5	1,3	31	17	0,00	8	39	
41-60	5,4	1,33	0,13	0,00	0,18	1,73	1,46	3,2	1,6	46	11	0,00	6,7	38	

Obs.: pH, em água na relação solo:água 1:2,5; Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Al³⁺, cálcio, magnésio, potássio e alumínio trocáveis, respectivamente; P, fósforo disponível (Mehlich-1); M.O., matéria orgânica; V, volume de saturação por bases trocáveis; e m, saturação por Al³⁺.

Em todos os ensaios foram aplicados 100 g/ha de CM, pulverizados aos 30, 50 e 70 dias após a emergência (dae), exceto no ensaio onde é estudada as doses crescentes de CM. Também foram aplicados 300, 200, 300, 50, 200 g/ha de B, Cu, Mn, Mo e Zn em duas pulverizações, aos 30 e 50 dae, em todas as parcelas do ensaio. Onde pertinente, foram usadas as fontes de nutrientes: uréia (45% de N), superfosfato triplo (39% de P₂O₅), cloreto

de potássio (60% de K_2O), formulado NPK 4-28-20 na linha de plantio, ácido bórico (17% de B), sulfatos de cobre (13% de Cu), de manganês (26% de Mn) e de zinco (20% de Zn), além de molibdato de amônio (54% de Mo).

Os dados foram analisados estatisticamente em conjunto, por meio de análise de variância e de regressão para discriminações dos efeitos dos fatores em estudo, discriminando os efeitos significativos a 5% de probabilidade.

Ensaíos com espaçamento e densidade de plantio

Montaram-se os ensaios em arranjo fatorial 3 x 4, em delineamento em blocos ao acaso, com 4 repetições. Foram estudados os espaçamentos entre linhas de 0,50, 0,70 e 0,90 m e as densidades de plantio de 5, 8, 11 e 14 plantas/m.

As parcelas tinham comprimento de 5,0 m e largura de 5,4 m, com número de linhas variáveis de 6 a 11, conforme variava-se os espaçamentos usados. Os 4,0 m internos de 2, 3 ou 4 linhas centrais das parcelas de espaçamento 0,9, 0,7 e 0,5 m, respectivamente, descontados os 0,5 m de cada extremidade, foram utilizados como área útil da unidade experimental.

Foi realizada a correção adicional de acidez com uso de 1,5 t/ha de calcário e 1,0 t/ha de gesso. Utilizou-se uma adubação $N-P_2O_5-K_2O$ + FTE de 150-120-180 + 50 kg/ha, sendo 20 kg/ha de N, todo o P_2O_5 e 60 kg/ha de K_2O aplicados no plantio e o restante parcelado aos 25 e 45 dae.

Foram coletados os dados de estande final, altura de planta, número de capulhos por planta, massa média de capulho e produtividade. Em 2007, fez-se, também, análise da qualidade da fibra e, em 2008, coletou-se folhas aos 70 dias da emergência, para análise do estado nutricional. Os dados foram analisados estatisticamente em conjunto, usando análise de variância e de regressão para discriminações dos efeitos dos fatores em estudo, usando o nível de 5% de probabilidade.

Ensaíos com calagem e gessagem

Os ensaios foram montados em arranjo fatorial 5^2 , no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. Estudaram-se 5 doses de calcário (0,00, 0,88, 1,75, 2,63 e 3,50 t/ha no CEAB e 0,00, 1,23, 2,45, 3,68 e 4,90 t/ha no CEMC, correspondentes a 0, 35, 70, 105 e 140% da CTC a pH 7,0 estimada em ensaio anterior) e 5 de gesso agrícola (0, 0,4, 0,8, 1,2

e 1,6 t/ha no CEAB e 0, 0,8, 1,6, 2,4 e 3,2 t/ha no CEMC, correspondentes a 0, 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 vezes a dose recomendada = a 50 x dag/kg de argila, média das camadas subsuperficiais).

A área foi corrigida com 100, 100 e 50 kg/ha de P₂O₅, K₂O e FTE BR 12 no CEAB e 150, 150 e 50 kg/ha de P₂O₅, K₂O e FTE BR 12 no CEMC, respectivamente, um mês antes do plantio, logo após a aplicação dos tratamentos, conforme Sousa et al. (2004). A área foi arada e gradeada para incorporação dos corretivos e adubos.

Foram aplicados no plantio 500 kg/ha da mistura 4-28-20 e mais 100 kg/ha de cloreto de potássio, 300 kg/ha de uréia e 20 kg/ha de ácido bórico, em duas coberturas aos 25 e 45 dae.

Foram coletadas folhas para análise aos 80 dae e os dados de altura de planta, número de capulhos por planta, massa média de capulho, estande final e produtividade no final do ciclo da cultura, aos 160 dae. Adicionalmente, em 2007, fez-se análise da qualidade da fibra em ambos os campos experimentais. Após a colheita, os solos foram amostrados em cada parcela até 60 cm de profundidade para análise química.

Em abril de 2009, foram abertas trincheiras 15 trincheiras de 1,20 m de comprimento, 1,0 m de largura e 1,0 m de profundidade, paralelas à linha de plantio, para exposição do sistema radicular do algodoeiro. O perfil foi caracterizado com fita métrica e fotografado por inteiro. Em seguida, foi posto um quadro com dimensões laterais de 1,0 m x 1,0 m e quadrículas de 20 x 20 cm de lado, sobrepondo as raízes expostas do algodoeiro no perfil. Em seguida, cada quadrícula foi fotografada individualmente. Esse trabalho foi realizado nos tratamentos e repetições dos níveis de calagem e gesso (CG) 00, 05, 50, 33 e 55.

Ensaio com doses crescentes de nitrogênio e regulador de crescimento

Foram montados dois ensaios no fatorial 5 x 4 (0, 60, 120, 180 e 240 kg/ha de N e 0, 25, 50 e 100 g/ha de CM), em blocos ao acaso, com três repetições, nos CEAB e CEMC. Esses ensaios foram repetidos nos anos de 2007 e 2008 (neste ano, só foram testadas as doses de N, por falta de homogeneidade na altura de plantas, devido ao replantio efetuado).

Avaliaram-se o teor foliar de N aos 80 dias após a emergência (DAE), a altura da planta após a colheita, o estande final, o número de capulho por planta, a massa média de capulho e a produtividade. Em 2007, as amostras padrão de capulho (20 capulho/parcela) foram enviadas para análise das características tecnológicas da fibra, na Embrapa Algodão.

Ensaio com adubações fosfatadas corretiva e de manutenção

Os ensaios foram montados nos anos de 2007 e 2008, em arranjo fatorial 5^2 , no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. Foram estudados cinco doses de P_2O_5 aplicadas a lanço e incorporadas (0, 50, 100, 200 e 400 kg/ha), combinadas no fatorial com outras cinco doses postas na linha de plantio (0, 60, 120, 180 e 240 kg/ha).

A área usada foi previamente corrigida com 100 kg/ha de K_2O , 50 kg/ha de FTE BR 12, 2,5 t/ha de calcário e 1,2 t/ha de gesso, no CEAB, e 150 kg/ha de K_2O , 50 kg/ha e 2,8 t/ha de calcário e 2,5 t/ha de gesso no CEMC, respectivamente, um mês antes do plantio (SOUSA et al., 2004). Posteriormente, a área foi arada e gradeada para incorporação dos corretivos e adubos.

Foram aplicados no plantio 20 kg/ha de N, 30 kg de K_2O e 1 kg/ha de boro. Aos 20 e 45 dias após a emergência (DAE) foram feitas duas aplicações iguais com 60 kg/ha de K_2O , 75 kg/ha de N e 1 kg/ha de boro.

Foram coletadas folhas para análise aos 80 dae e os dados de altura de planta, número de capulhos por planta, massa média de capulho, estande final e produtividade no final do ciclo da cultura, aos 160 dae. Adicionalmente, em 2007, fez-se análise da qualidade da fibra em ambos os campos experimentais. Após a colheita, os solos foram amostrados em cada parcela na camada de 0-20 cm para análise de p disponível, extraído por Mehlich-1 (EMBRAPA, 1997).

Ensaio com adubações potássicas corretiva e de manutenção

No estudo da adubação potássicas corretiva e em manutenção no algodoeiro, os ensaios foram conduzidos nos anos de 2007 e 2008, em arranjo fatorial 5^2 , no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. Foram estudados cinco doses de K_2O aplicadas, a lanço e incorporadas (0, 75, 150, 225 e 300 kg/ha), antes do plantio do algodoeiro, combinadas com doses idênticas na linha de plantio.

A área usada foi previamente corrigida com 100 kg/ha de P_2O_5 , 50 kg/ha de FTE BR 12, 2,5 t/ha de calcário e 1,2 t/ha de gesso, no CEAB, e 150 kg/ha de K_2O , 50 kg/ha e 2,8 t/ha de gesso e 2,5 t/ha no CEMC, um mês antes do plantio e logo após a aplicação dos tratamentos (SOUSA e LOBATO, 2004). Posteriormente, a área foi arada e gradeada para incorporação dos corretivos e adubos.

Foram aplicados no plantio 20 kg/ha de N, 120 kg de P₂O₅ e 1 kg/ha de boro, cerca de 20% da dose de K₂O estudada na linha de plantio, segundo definido previamente. Aos 20 e 45 dias após a emergência (DAE) foram feitas duas aplicações iguais com K₂O, 75 kg/ha de N e 1 kg/ha de boro.

A produtividade foi medida no final do ciclo da cultura, aos 160 dae. Após a colheita, os solos foram amostrados em cada parcela na camada de 0-20 cm para análise de K disponível, extraído por Mehlich-1 (EMBRAPA, 1997). Também foram medidas as mesmas variáveis usadas no ensaio com fósforo.

MANEJO CULTURAL DO ALGODOEIRO: CONFIGURAÇÃO DE PLANTIO

A redução do espaçamento de plantio melhora substancialmente o controle de ervas-daninhas no algodoeiro. Quanto menor o espaçamento de plantio mais rapidamente as plantas fecham a área e sombreiam as ervas daninhas, diminuindo seus efeitos sobre a produtividade. Porém, esse efeito foi pouco visível no campo (Figura 1).



0,90 m

0,70 m

0,50 m

Figura 1. Crescimento vegetativo e produtivo do algodoeiro em diferentes espaçamento de plantio, no Campo Experimental Água Boa. Boa Vista, RR, 2007.

Em geral, a produtividade obtida no CEAB foi maior do que as observadas no CEMC (Tabela 3), em grande parte devido ao intenso ataque de nematóides observados nesta última área

estudada. Em 2007, devido ao maior volume e regularidade das chuvas, a produtividade foi maior em ambos os campos experimentais, sendo fortemente afetada no CEAB. Neste campo, a maior produtividade provavelmente ocorreu pelo maior número de capulhos por planta. Também houve maior produção de fibra, alcançando um 44,6% do algodão em caroço produzido.

Em média, maiores produtividades foram obtidas no espaçamento 0,70m e não houve efeito da densidade de plantio (Tabela 4). Entretanto, observou-se a ocorrência frequente de acamamento quanto a densidade de plantio foi superior a 8 plantas por metro (Figura 2).

Tabela 3. Altura de planta, estande final, número de capulho por planta, massa média de capulho, percentagem de fibra e produtividade de algodão em caroço em função de espaçamento e densidade de plantio, em dois anos agrícolas e dois campos experimentais no cerrado de Roraima. Boa Vista, RR, 2009.

Ano	Altura cm	estande plantas/m	Nº Cap/planta capulho/planta	Massa Capulho g/capulho	%Fibra %	Produtividade kg/ha
Campo Experimental Água Boa (CEAB)						
2007	119,5a	7,2b	7,5b	5,4a	44,6	3524a
2008	118,7a	12,7a	11,5a	5,4a		2797b
Média	119,1A	9,9A	9,5A	5,4A	44,6A	3160A
Campo Experimental Monte Cristo (CEMC)						
2007	109,6a	7,1b	6,4b	5,5a	41,0	2385a
2008	99,7b	8,7a	8,0a	5,2b		2340a
Média	104,6B	7,9B	7,2B	5,4A	41,0	2363B
Média	111,9	8,9	8,4	5,4	42,8B	2762
CV(%)	12,6	17,5	27,8	8,0	2,1	13,6

Obs.: valores seguidos de mesmas letras (as minúsculas comparam anos; as maiúsculas, campos experimentais).

O CEMC, em Latossolo Vermelho, a fibra produzida teve melhor qualidade tecnológica do que no CEAB, em Latossolo Amarelo (Tabela 5). As razões para isso não estão clara, provavelmente, o maior armazenamento de água no solo e a menor ocorrência de pragas sugadoras (pulgão e moscas brancas) no CEMC expliquem essa diferença observada na qualidade da fibra. Não houve resposta da planta em melhoria da qualidade da fibra em função da variação no espaçamento e na densidade de plantio. As fibras produzidas então

dentro da faixa aceita como adequada pela indústria têxtil e a qualidade observada é similar com as obtidas em outras regiões produtoras do Brasil (FERREIRA e FREIRE, 2007). Segundo estes autores, as fibras se prestam a confecção de fios médios e grossos. Ainda, os valores de uniformidade de comprimento altos ($UNF > 85\%$), baixo percentual de fibras curtas ($SFI < 7,0\%$) e alta resistência ($STR > 31 \text{ gf/tex}$) indicam que os fios produzidos deverão apresentar diâmetro uniforme, baixa pilosidade e alta resistência, o que será bastante favorável à aparência do fio e, por consequência, dos tecidos por eles produzidos.

O uso de espaçamento de 0,7 m entre linha e 5 a 8 plantas/m é a melhor opção para obtenção de altas produtividades de algodão de boa qualidade no cerrado de Roraima, confirmando pesquisas anteriores conduzidas por Smiderle et al. (2009).

Tabela 4. Produtividade de algodão em caroço em função de espaçamento e densidade de plantio, em 2007 e 2008, nos Campos Experimentais Água Boa e Monte Cristo. Boa Vista, RR, 2009.

ANO	Espaçamento (cm)			Densidade de plantio (plantas/m)				Média
	50	70	90	5	8	11	14	
----- kg/ha -----								
Campo Experimental Água Boa (CEAB)								
2007	3368	3643	3560	3605	3484	3536	3469	3524
2008	2938	2777	2676	2862	2746	2725	2855	2797
Média	3153	3210	3118	3234	3115	3130	3162	3160
Campo Experimental Monte Cristo (CEMC)								
2007	2523	2379	2254	2451	2396	2324	2370	2385
2008	2127	2514	2379	2376	2243	2413	2329	2340
Média	2325	2447	2316	2414	2319	2369	2349	2363
Geral	2739	2828	2717	2824	2717	2749	2756	2762



Figura 2. Acamamento devido ao excesso de plantas na linha de plantio, no Campo Experimental Monte Cristo, em 2007.

Tabela 5. Qualidade da fibra do algodão BRS Cedro cultivado em dois campos experimentais no cerrado de Roraima, em 2007. Boa Vista, RR, 2009.

Característica*	Espaçamento (m)			Densidade de plantio (plantas/m)				Campo Experimental	
	0,5	0,7	0,9	5	8	11	14	Água Boa	Mt. Cristo
UHM, mm	30,5	30,6	30,7	30,5	30,8	30,5	30,6	29,8	31,5
SFI, %	6,5	6,1	6,1	6,3	6,1	6,5	6,2	6,9	5,6
UNF, %	85,7	85,8	86,1	85,6	85,9	85,9	86,2	85,6	86,2
STR, gf/tex	32,2	32,2	32,5	32,5	32,8	31,9	32,0	31,7	32,9
ELG, %	6,6	6,5	6,6	6,7	6,5	6,3	6,7	6,6	6,5
MAT, %	88,3	88,6	88,3	88,3	88,8	88,4	88,2	88,6	88,2
MIC, µg/in	4,6	4,7	4,6	4,7	4,8	4,6	4,5	4,7	4,5
Rd, %	74,3	74,1	74,7	74,4	74,5	74,1	74,4	68,9	79,8
+ b, %	8,7	8,7	8,8	8,7	8,7	8,8	8,6	9,2	8,2
SCI	152,9	152,2	155,7	152,3	154,4	152,7	155,0	144,2	163

*Comprimento (UHM), uniformidade (UNF), índice de fibras curtas (SFI), resistência (STR), alongamento à ruptura (ELG), micronaire (MIC), maturidade (MAT), reflectância (Rd), amarelecimento (+b) e índice de consistência de fiação (SCI) da fibra do algodoeiro.

CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

- Correção da acidez superficial pela calagem

O calcário promoveu forte alteração em praticamente todos os atributos de fertilidade do solo na camada arável do solo, em ambos os campos experimentais (Tabelas 6 e 7), porém teve menor efeitos nas camadas mais profundas do solo, especialmente no solo mais argiloso. Apesar disso, foi possível detectar efeitos significativos até 60 cm de profundidade no solo arenoso do CEAB, para Ca^{2+} e Mg^{2+} e, no CEMC, até 40 cm, para Ca^{2+} , mostrando que há movimentação de cátions relativamente mais intensa no CEAB. Nos solos mais argilosos, a expectativa é que nessas camadas haja maior ação do gesso agrícola aplicado na superfície do solo. Em geral, houve elevação do pH para valores acima de 6,0, de Ca + Mg para valores maiores que $2,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, elevação do volume de saturação por base (V) acima de 60%. Os teores de alumínio foram reduzidos e houve possível perda de K por lixiviação, devido a competição com os cátions bivalentes aplicados. A CTCt foi aumentada apenas no solo mais arenoso e, em ambos os locais, houve redução de matéria orgânica na camada arável, com o aumento das doses de calcário.

Tabela 6. Variação dos atributos de fertilidade do solo influenciados por doses de calcário, em Latossolo Amarelo, textura arenosa, do Campo Experimental Água Boa, da Embrapa Roraima. Boa Vista, RR, safra 2007.

Calcário	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTCt	CTCe	V	m	P	MO
t/ha		cmol _c /dm ³					-----		----- % -----		mg/dm ³		g/dm ³
Profundidade de 0 a 20 cm													
0,000	4,71	0,70	0,16	0,069	0,74	2,87	0,92	3,79	1,67	23,35	43,01	22,68	11,37
0,875	5,01	1,12	0,30	0,056	0,31	2,46	1,53	3,99	1,83	37,14	18,88	26,79	10,51
1,750	5,29	1,02	0,38	0,049	0,29	2,04	1,45	3,49	1,74	40,79	14,70	18,66	10,76
2,625	5,82	1,44	0,60	0,045	0,12	1,80	2,08	3,89	2,20	52,64	5,43	20,44	10,51
3,500	6,40	1,78	0,77	0,046	0,02	1,50	2,60	4,09	2,62	62,61	0,91	29,45	10,13
Ajuste/Sig.	Eq**	EL***	EL***	Eq*	EL***	EL***	EL***	Eq*	Eq*	EL***	Eq***	ns	EL*
Média	5,45	1,21	0,44	0,053	0,30	2,13	1,72	3,85	2,01	43,31	16,59	23,60	10,66
CV(%)	5,20	25,59	26,39	28,55	144,62	13,57	21,46	12,15	27,52	15,69	59,19	71,76	18,53
Profundidade de 21 a 40 cm													
0,000	4,92	0,51	0,10	0,087	0,56	2,13	0,69	2,82	1,25	23,68	45,88	4,82	6,20
0,875	5,02	0,70	0,17	0,076	0,52	2,17	0,95	3,12	1,47	29,47	37,90	2,11	6,50
1,750	4,97	0,48	0,13	0,084	0,43	2,15	0,70	2,85	1,13	23,73	41,45	3,74	6,17
2,625	5,00	0,51	0,20	0,077	0,37	2,09	0,78	2,87	1,15	26,21	35,18	5,23	6,02
3,500	5,09	0,69	0,25	0,091	0,46	2,09	1,03	3,12	1,49	31,62	31,45	5,84	6,12
Ajuste/Sig.	EL**	na*	EL***	ns	ns	ns	EL ^o	na ^o	na ^o	EL ^o	EL**	ns	ns
Média	5,00	0,58	0,17	0,083	0,47	2,13	0,83	2,96	1,30	26,94	38,37	4,35	6,20
CV(%)	2,68	48,51	55,38	54,2	57,64	11,9	40,73	12,98	35,29	30,7	29,87	149,44	26,31
Profundidade de 41 a 60 cm													
0,000	4,81	0,55	0,10	0,073	0,52	2,08	0,72	2,80	1,24	23,92	44,16	0,93	5,44
0,875	4,78	0,57	0,15	0,074	0,62	2,12	0,78	2,90	1,41	26,31	36,32	0,63	5,40
1,750	4,82	0,43	0,10	0,073	0,39	1,92	0,59	2,51	0,98	23,08	41,85	0,63	5,70
2,625	4,83	0,42	0,12	0,067	0,32	2,00	0,68	2,68	1,00	23,84	36,26	0,62	4,59
3,500	4,79	0,67	0,19	0,067	0,34	2,01	0,93	2,94	1,26	29,85	30,84	0,74	4,51
Ajuste/Sig.	ns	Eq*	EL**	ns	ns	ns	Eq*	Eq*	ns	ns	EL*	ns	EL ^o
Média	4,81	0,53	0,13	0,071	0,44	2,02	0,74	2,77	1,18	25,40	37,89	0,71	5,13
CV(%)	3,2	51,2	52,8	53,7	120,3	12,1	45,4	16,2	52,6	31	36,1	117,8	34,9

Obs.: Obs.: ns, ^o, *, ** e ***: não e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. El, efeito linear; Eq, efeito quadrático.

Tabela 7. Variação dos atributos de fertilidade do solo influenciados por doses de calcário, em Latossolo Vermelho, textura média, do Campo Experimental Monte Cristo, da Embrapa Roraima. Boa Vista, RR, safra 2008.

Calcário	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTCt	CTCe	V	m	P	MO	
t/ha		----- cmol _c /dm ³ -----								----- % -----			mg/dm ₃	g/dm ³
Profundidade de 0 a 20 cm														
0,000	5,07	1,08	0,33	0,155	0,27	3,42	1,56	4,98	1,82	31,14	15,79	37,54	11,10	
1,225	5,25	1,17	0,44	0,109	0,18	3,08	1,72	4,80	1,90	35,58	10,50	23,85	11,23	
2,450	5,65	1,50	0,56	0,127	0,05	2,62	2,19	4,50	2,25	45,65	2,64	30,97	10,82	
3,675	6,32	1,89	0,63	0,141	0,03	2,10	2,65	4,75	2,68	55,90	1,24	24,63	10,38	
4,900	6,74	2,08	0,81	0,123	0,02	1,62	3,02	4,64	3,04	64,95	0,76	25,98	10,22	
Ajuste/Sig.	Eq*	El***	El***	Eqo	Eq***	EL***	El***	ns	EL***	EL***	Eq**	EL*	Elo	
Média	5,81	1,54	0,55	0,131	0,11	2,57	2,23	4,73	2,34	46,64	6,19	28,59	10,75	
CV(%)	6,36	24,78	24,91	24,08	64,91	16,35	20,45	15,64	18,43	16,53	79,25	40,06	17,97	
Profundidade de 21 a 40 cm														
0,000	5,04	0,72	0,51	0,191	0,34	2,60	1,42	4,02	1,77	35,52	20,28	2,12	6,56	
1,225	5,01	0,68	0,53	0,171	0,35	2,45	1,38	3,84	1,73	36,26	20,89	1,01	6,88	
2,450	5,01	0,75	0,60	0,138	0,34	2,66	1,48	4,15	1,82	35,91	18,69	1,45	6,75	
3,675	5,14	0,84	0,53	0,161	0,26	2,44	1,54	3,98	1,79	38,70	15,51	0,93	6,66	
4,9	5,19	0,88	0,56	0,161	0,31	2,45	1,60	4,04	1,90	39,54	18,08	4,66	6,40	
Ajuste/Sig.	Elo	El*	ns	ns	ns	ns	Elo	ns	Elo	ns	ns	ns	ns	
Média	5,08	0,77	0,55	0,164	0,32	2,52	1,48	4,01	1,80	37,19	18,69	2,03	6,65	
CV(%)	5,56	37,45	22,72	42,50	49,04	18,33	23,26	9,83	12,80	23,70	53,12	234,10	30,43	

Obs.: Obs.: ns, o, *, ** e ***: não significativo e significativo a 10, 5, 1 e

0,1% de probabilidade pelo teste F. El, efeito linear; Eq, efeito quadrático.

As doses de calcário provocaram efeitos positivos na altura, no estado nutricional e nos componentes de produção do algodoeiro (Tabela 8). Apesar da produtividade do algodoeiro ter sido maior em 2007, por ter sido ano mais chuvoso, e no CEMC, possivelmente por sua melhor estabilidade física e maior fertilidade inicial (Tabela 2), houve resposta em todas as variáveis testadas, exceto o P foliar.

A altura de plantas foi afetada pelas doses de calcário, ajustando-se a um modelo quadrático de resposta no CEAB e linear, no CEMC (Tabela 8). Os teores de N foram reduzidos de forma quadrática, especialmente no CEAB no ano de 2007, devido ao forte crescimento da planta. Já os teores de K na folha diminuíram de forma quadrática em ambos os campos e anos considerados, devido à redução dos teores de K no solo por lixiviação, à intensa competição do Mg²⁺ e do Ca²⁺ com o K⁺ durante a absorção radicular, como destacado por Silva (1999) e Carvalho et al. (2007); e, também, por efeito de diluição, devido ao crescimento intenso ocorrido em resposta ao corretivo aplicado. Houve intensa elevação no estande final, especialmente no CEAB em 2008, em resposta a aplicação do calcário. Provavelmente, o corretivo permite um melhor estabelecimento e taxa de sobrevivência da cultura, o que pode

favorecer a obtenção de melhor produtividade. Porém, Azevedo et al. (1999) mostraram que a cultura tem grande capacidade de adaptação fenológica, variando seus componentes de produção para manter o mesmo nível de produtividade sob diferentes estande final. Assim, o número de capulho por planta cresceu apenas no CEAB e a massa média de capulho aumentou de forma linear ou quadrática em todos os campos e anos de cultivo em resposta ao calcário.

Tabela 8. Variação na altura, nos teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) na folha aos 80 dae, stand final, número de capulho/planta, massa média de capulho (MC) e produtividade (PROD) de algodão em caroço da BRS Cedro nos Campos Experimentais Água Boa (CEAB) e Monte Cristo (CEMC), no cerrado de Roraima. Boa Vista, RR, safra 2007 e 2008.

Efeito	ALTURA	N	P	K	STAND	NCP	MC	PROD
	cm	-----	g/kg -----		pl/m	cap./pl	g/cap.	kg/ha
Local e Ano								
CEAB	96,21	40,56	3,32	14,09	10,07	8,28	5,16	2074,9
2007	88,10	42,05	3,42	12,36	11,25	5,33	4,82	2249,3
2008	104,33	39,06	3,21	15,82	8,88	11,22	5,50	1900,5
Sig. Ano	***	***	o	**	***	***	***	***
CEMC	123,58	38,40	3,83	13,21	8,32	6,92	5,43	2730,8
2007	112,56	38,30	3,85	13,46	9,56	6,68	5,77	3205,4
2008	134,61	38,50	3,80	12,97	7,08	7,17	5,10	2256,2
Sig. Ano	***	ns	ns	ns	***	ns	***	***
Sig. CE	***	***	***	**	***	***	***	***
Calcário (NC = 2,6 e 3,6 t/ha, nos CEAB e CEMC)								
0,00 x NC	98,78	39,35	3,59	15,58	8,59	6,65	4,86	1721,1
0,35 x NC	108,43	38,62	3,49	13,74	9,19	7,51	5,39	2443,0
0,70 x NC	113,02	38,41	3,54	14,29	9,33	7,78	5,42	2625,8
1,05 x NC	115,35	38,11	3,57	13,26	9,40	8,23	5,44	2626,6
1,40 x NC	113,92	38,62	3,67	13,53	9,47	7,83	5,37	2597,7
Ajuste/sig.	Eq***	Eq**	ns	Eq**	El***	Eq*	Eq***	Eq***
Desdobramento								
Cal./2007	Eq*	Eq***	ns	Eq***	ns	ns	Eq***	Eq***
Cal./2008	Eq**	ns	ns	El**	El***	Eq**	Eq*	Eq***
Cal./CEAB	Eq***	Eq*	ns	El***	El***	Eq**	Eq***	Eq***
Cal./CEMC	El**	Eq*	ns	Eq***	ns	ns	Eq**	Eq***
Cal./CEAB/2007	Eq*	Eq***	ns	Eq*	ns	El*	Eq***	Eq***
Cal./CEAB/2008	Eq***	ns	ns	Eqo	El***	Eq***	Eq*	Eq**
Cal./CEMC/2007	El*	ns	ns	Eq**	ns	ns	Eq***	Eq***
Cal./CEMC/2008	Elo	ns	ns	Eq*	ns	ns	El**	El***
Média	109,9	38,6	3,6	14,1	9,2	7,6	5,3	2402,8
CV(%)	11,5	9,1	17,5	18,6	14,9	28,0	8,2	17,4

Obs.: ns, o, *, ** e ***: não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. El, efeito linear; Eq, efeito quadrático; na, não ajustado a polinômios do 1º e 2º graus.

A produtividade do algodoeiro respondeu de forma quadrática às doses de calcário no CEAB e no CEMC, exceto em 2008, quando respondeu de forma linear (Tabela 8 e Figura 3A e B). Foram obtidas as produtividades máximas de 4.883 e 6005 kg/ha no somatório dos dois anos de cultivos nos CEAB e CEMC, com o uso de 2,52 e 3,32 t/ha de calcário, respectivamente (Tabela 9).

Considerando um preço médio de R\$ 14,80/@ de algodão em caroço e o custo de R\$ 180,00/t de calcário posto na propriedade, foi possível calcular a melhor dose de calcário a ser aplicada. As

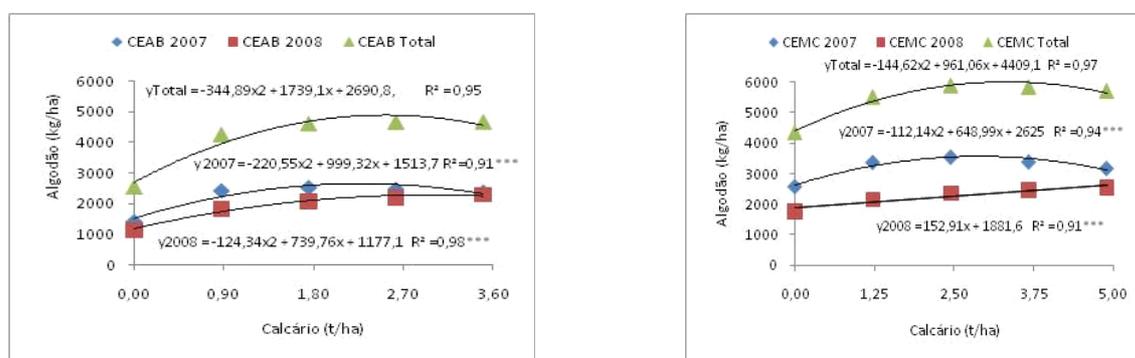


Figura 3. Produção de algodão em caroço nos campos experimentais Água Boa e Monte Cristo, ambos no cerrado de Roraima, nos anos de 2007 e 2008. Boa Vista, RR, safra 2007 e 2008.

Tabela 9. Doses e produção de algodão em caroço de máximas eficiência física e econômica de calcário no cerrado de Roraima. Boa Vista, safra 2007 e 2008.

Ano	Dose Máx.Efic. (t/ha)		Produção Máx. Efic.(kg/ha)	
	Física	Econômica	Física	Econômica
Campo Experimental Água Boa				
2007	2,27	1,85	2645,7	2608,2
2008	2,97	2,24	2277,4	2210,9
Soma	2,52	2,26	4883,1	4859,2
Campo Experimental Monte Cristo				
2007	2,89	2,08	3564,0	3490,3
2008	4,90	4,9*	2630,9	2630,9*
Soma	3,32	2,69	6005,8	5948,6

*a taxa de incremento de 152,5 kg de algodão em caroço/t de calcário é baixa, gerando lucro só no segundo ano.

doses de máxima eficiência econômica foram de 2,26 e 2,69 t/ha nos campos testados. Essas doses permitiram alcançar o volume de saturações por bases (V) de 48,8 e 51,6%, no CEAB, e 48,4 e 52,9%, no CEMC, para as doses de máximas eficiências técnica e

econômica, respectivamente. Desse modo, a aplicação de doses de calcário visando atingir 50% da saturação por base pode ser considerada adequada para a maioria dos solos do cerrado de Roraima.

A análise econômica mostra que o ganho adicional é maior no CEAB devido a menor produtividade obtida nesse campo, quando não se faz a correção da acidez, e ao maior incremento em produtividade em resposta a aplicação do calcário (Tabela 10).

Os teores de Ca e Mg na folha foram elevados fortemente pela calagem (Tabela 11), sendo significativo apenas no CEAB devido aos baixos teores iniciais encontrados no solo (Tabela 5).

A qualidade da fibra obtida foi melhor no CEMC, quando comparada ao CEAB (Tabela 11). Provavelmente, a melhor fertilidade inicial em Ca e Mg do Latossolo Vermelho e sua menor propensão ao encharcamento tenha contribuído para isso. A maior pressão de pulgão e mosca branca no CEAB, provavelmente, contribuiu para a redução na qualidade da fibra produzida.

Tabela 10. Análise financeira da calagem por meio do valor adicional ganho com a resposta obtida em algodão em caroço pela obtenção do calcário nos Campos Experimentais Água Boa e Monte Cristo, nas safras 2007 e 2008. Boa Vista, RR.

Calcário t/ha	Produtividade (kg/ha)			Receita (R\$/ha)			Custo adicional (R\$/ha)			Ganho adicional (R\$/ha)		
	2007	2008	Total	2007	2008	Total	2007	2008	Total	2007	2008	Total
Campo Experimental Água Boa (CEAB)												
0,00	1418,15	1130,39	2548,54	1399,24	1115,31	2514,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,88	2427,84	1827,92	4255,76	2395,47	1803,55	4199,01	157,50	0,00	157,50	838,72	688,23	1526,96
1,75	2534,34	2074,97	4609,31	2500,55	2047,30	4547,85	315,00	0,00	315,00	786,30	931,99	1718,29
2,63	2478,81	2184,69	4663,50	2445,76	2155,56	4601,32	472,50	0,00	472,50	574,02	1040,25	1614,27
3,50	2387,49	2284,51	4672,00	2355,66	2254,05	4609,71	630,00	0,00	630,00	326,41	1138,74	1465,15
2,26	2645,68	2213,88	4859,20	2610,41	2184,36	4794,41	406,80	0,00	406,80	804,36	1069,05	1873,05
2,52	2631,41	2251,69	4883,14	2596,32	2221,66	4818,03	453,60	0,00	453,60	743,48	1106,35	1849,88
Campo Experimental Monte Cristo (CEMC)												
0,00	2567,85	1768,06	4335,91	2533,61	1744,48	4278,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,23	3366,25	2150,00	5516,25	3321,37	2121,33	5442,70	220,50	0,00	220,50	567,26	376,85	944,11
2,45	3541,19	2352,78	5893,97	3493,98	2321,41	5815,38	441,00	0,00	441,00	519,36	576,93	1096,29
3,68	3381,98	2461,11	5843,09	3336,88	2428,30	5765,18	661,50	0,00	661,50	141,77	683,81	825,59
4,90	3169,53	2549,07	5718,60	3127,27	2515,09	5642,35	882,00	0,00	882,00	-288,34	770,60	482,26
2,69	3559,33	2292,93	5948,60	3511,87	2262,36	5869,29	484,20	0,00	484,20	494,06	517,87	1106,99
3,32	3543,59	2389,26	6005,80	3496,35	2357,40	5925,72	597,60	0,00	597,60	365,13	612,92	1050,03

Obs.: Foram consideradas a produção e a renda obtidas na testemunha como referência para o cálculo do valor adicional ganho após a subtração dos custos com calcário. Considerou-se o algodão em caroço a R\$ 14,80/@ e o calcário a 180,00/t. Em negrito, estar posto o balanço financeiro feito nas doses de máxima eficiência econômica e na de máxima eficiência técnica.

Apesar disso, houve maior % de fibra, maior alongamento à ruptura e menor índice micronaire nas fibras produzidas no CEAB. Nas demais características, houve superioridade do CEMC.

Em geral, a calagem aumentou a %fibra, o comprimento (UHM), a uniformidade (UNF), a resistência (STR), o micronaire (MIC), a maturidade (MAT), a reflectância (Rd) e, como consequência, o índice de consistência de fiação (SCI) da fibra. Entretanto, esses efeitos ocorreram principalmente no CEAB, cuja fibra tinha menor qualidade inicial. No CEMC, a qualidade intrínseca da fibra já era elevada e foi menos afetada pela correção do solo.

O uso de formulado concentrado em potássio, como o 4-28-20 usado no plantio (500 kg/ha), tende a complicar o manejo da fertilidade em potássio nos solos mais arenosos, devendo ser mudado para evitar a forte lixiviação e a ocorrência de teores muito baixo de K disponível no solo no final do ciclo da cultura, como os observados no CEAB (Tabela 6).

Tabela 11. Variação nos teores de cálcio (CAF), magnésio (MGF), % fibra, comprimento (UHM), uniformidade (UNF), índice de fibras curtas (SFI), resistência (STR), alongamento à ruptura (ELG), micronaire (MIC), maturidade (MAT), reflectância (Rd), amarelecimento (+ b) e índice de consistência de fiação (SCI) da fibra do algodoeiro influenciada pelas doses crescentes de calcário aplicadas no CEAB e CEMC. Boa Vista, RR, safra 2007.

Efeito	CAF	MGF	PFIB	UHM	UNF	SFI	STR	ELG	MIC	MAT	Rd	mb	SCI
	g/kg		%	mm	----- %	-----	gf/tex	%	µg/in	-----	%-----		
Efeito de Local													
CEAB	30,09	5,61	45,30	29,33	85,91	6,83	31,00	6,58	4,72	88,53	71,83	8,75	145,09
CEMC	34,76	5,20	43,17	31,14	87,19	4,93	33,78	6,38	5,15	89,77	74,70	9,32	160,77
sig.	***	***	***	***	***	***	***	*	***	***	***	***	***
Calcário (NC = 2,6 e 3,6 t/ha, nos CEAB e CEMC)													
0,00 x NC	22,44	2,98	44,12	30,00	86,30	6,10	31,27	6,92	4,77	88,37	72,67	9,15	149,19
0,35 x NC	32,28	5,13	44,45	30,08	86,48	6,19	32,57	6,28	5,08	89,73	73,03	8,94	151,22
0,70 x NC	34,17	6,13	44,54	30,26	86,58	5,87	32,56	6,57	4,96	89,10	73,18	8,93	153,32
1,05 x NC	35,79	6,10	44,22	30,39	86,59	5,52	32,57	6,41	4,97	89,30	73,73	8,98	153,87
1,40 x NC	37,45	6,68	43,86	30,45	86,79	5,70	32,97	6,25	4,88	89,27	73,71	9,17	157,05
Ajuste/sig.	El***	Eq***	Eq**	El*	Elo	Elo	El**	El***	Eq***	Eq**	Elo	Eq*	El**
Desdobramento													
Cal. d/AB	Eq*	Eq***	Eq*	El***	El*	El***	Eq*	El***	Eq***	Eq**	ns	ns	El**
Cal. d/MC	ns	ns	El*	ns	ns	ns	ns	na*	El*	na*	Elo	ns	ns
Média	32,43	5,40	44,24	30,24	86,55	5,88	32,39	6,48	4,93	89,15	73,26	9,03	152,93
CV(%)	34,44	20,27	2,06	2,85	1,36	22,79	5,64	9,52	4,97	1,09	3,71	6,6	6,43

Obs.: ns, o, *, ** e ***: não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. El, efeito linear; Eq, efeito quadrático.

Em geral, os dados mostram que a correção da camada arável deve ser feita para alcançar pH próximo de 5,8, valor V de 50% e teores de Ca^{2+} 1,5 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$, de Mg 0,6 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$, de Al^{3+} de 0,2 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ e de m < 10%.

- Correção de acidez subsuperficial do solo pela gessagem

O gesso teve forte impacto na fertilidade do Latossolo Amarelo, textura franco-arenosa, afetando a maioria dos seus atributos, desde a camada arável até 60 cm de profundidade (Tabela 12). Entretanto, teve pouco efeito no Latossolo Vermelho, textura franco-argilosa, estudado, onde diminuiu o teor de Mg^{2+} da camada arável e elevou de forma linear os teores de Al + H e a CTC a pH 7 da camada de 21 a 40 cm (Tabela 13). Provavelmente, os maiores teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} e argila deste solo diminuíram o impacto do gesso sobre a maioria dos atributos em estudo. Neste caso, provavelmente, o gesso teve maior ação como fonte de enxofre do que como corretivo da acidez subsuperficial do solo.

No CEAB, nas parcelas que não receberam gesso ocorreram forte deficiência de enxofre (Figura 4A e B). À medida que se aumentou a dose, houve aumento linear nos teores de Ca, na CTCt e no volume de saturação por bases (V), com diminuição linear dos teores de Mg, de Al e saturação por Al e aumento quadrático nas somas de bases (Tabela 12). Provavelmente, parte do Ca do $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ aplicado foi retido na camada arável do solo, aumentando seus teores, diminuindo o Al trocável e a saturação por Al e aumentando a saturação por bases, praticamente em todo o perfil analisado. O excesso de SO_4^{2-} livre provavelmente lixiviou no perfil usando o Mg^{2+} e K^+ como ânion acompanhante, os quais se acumularam nas camadas de 21 a 40 e 41 a 60 cm. Essa lixiviação de bases no perfil favoreceu a elevação da saturação por bases e a redução dos teores de Al^{3+} e de sua saturação no complexo de troca do solo. Observa-se que nas camadas mais profundas a saturação por Al^{3+} ficou = ou < 30% e os teores de Ca > 0,5 e os de Al^{3+} < 0,4 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$. Segundo Sousa e Lobato (2004), espera-se resposta em produção com o uso da gessagem quando a saturação por Al^{3+} (m) é > 20% e o teor de Ca^{2+} for < 0,5 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$. A análise inicial da fertilidade obtidas no Latossolo Amarelo do CEAB (Tabela 5) caracterizaram bem a necessidade do gesso e os dados colhidos após a aplicação mostraram que a camada de impedimento químico ao desenvolvimento radicular, nas camadas de 21 a 40 e 41 a 60 cm somente foram corrigidas com o uso da maior dose de gesso testada no CEAB (1,6 t/ha).

O estado nutricional do algodoeiro foi melhor no CEAB (Tabela 14). No CEMC, a gessagem diminuiu os teores de Mg de forma linear no solo (Tabela 12), sem afetar os teores do nutriente na folha da planta (Tabela 15). Neste campo, houve maior altura de planta do algodoeiro, mas provavelmente não associada ao efeito da gessagem (Tabela 14). Porém,

houve resposta significativa ao gesso no CEAB e em todos os anos estudados (Tabela 14). Provavelmente, as raízes da planta conseguiram crescer em maior profundidade (Figura 5), devido ao deslocamento de bases trocáveis no CEAB e, absorvendo mais água, puderam responder linearmente em crescimento às doses aplicadas (Figura 6). Houve redução na absorção de N, P e K (Tabela 14), especialmente no CEMC e no ano menos chuvoso (2008), onde também houve maior absorção de Ca (Tabela 15), possivelmente devido a maior competição do sulfato com o íon fosfato e com o nitrato e do Ca^{2+} com o K^+ na camada arável e a baixa movimentação interna do potássio no perfil do solo no CEMC.

Tabela 12. Variação nos atributos de fertilidade do Latossolo Amarelo, textura arenosa, do Campo Experimental Água Boa, da Embrapa Roraima, no cerrado de Roraima. Boa Vista, RR, safra 2007.

Gesso	pH	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Al^{3+}	H+Al	SB	CTCt	CTCe	V	m	P	MO
t/ha	cmol _c /dm ³								%		mg/dm ³	g/dm ³	
Profundidade de 0 a 20 cm													
0	5,47	1,03	0,47	0,054	0,34	2,10	1,55	3,65	1,90	40,83	22,92	21,01	10,38
0,4	5,47	1,23	0,46	0,053	0,42	2,13	1,74	3,87	2,17	43,90	16,66	19,94	10,85
0,8	5,32	1,00	0,34	0,051	0,32	2,27	1,39	3,66	1,72	37,84	19,57	23,36	10,58
1,2	5,46	1,35	0,41	0,049	0,21	2,07	1,81	3,89	2,02	45,94	11,93	25,31	10,92
1,6	5,52	1,44	0,53	0,058	0,18	2,10	2,07	4,17	2,25	48,02	11,85	28,41	10,53
Ajuste/Sig.	ns	EL ***	Eq ***	ns	El ^o	ns	Eq*	EL*	ns	EL*	EL**	ns	ns
Média	5,45	1,21	0,44	0,053	0,30	2,13	1,72	3,85	2,01	43,31	16,59	23,60	10,66
CV(%)	5,20	25,59	26,39	28,55	144,62	13,57	21,46	12,15	27,52	15,69	59,19	71,76	18,53
Profundidade de 21 a 40 cm													
0	5,06	0,45	0,15	0,075	0,43	2,10	0,67	2,77	1,10	23,39	42,48	3,84	6,21
0,4	5,04	0,52	0,15	0,083	0,64	2,15	0,76	2,91	1,40	25,16	43,10	5,20	6,56
0,8	4,93	0,44	0,16	0,091	0,48	2,21	0,68	2,90	1,17	23,34	43,73	4,39	6,51
1,2	4,99	0,70	0,18	0,082	0,39	2,09	0,96	3,04	1,34	29,69	32,65	4,32	6,11
1,6	4,99	0,78	0,22	0,085	0,41	2,09	1,08	3,17	1,49	33,15	29,90	3,98	5,62
Ajuste/Sig.	Eq ^o	EL ***	EL*	ns	na ^o	ns	EL ***	EL**	EL ^o	EL ***	EL ***	ns	ns
Média	5,00	0,58	0,17	0,083	0,47	2,13	0,83	2,96	1,30	26,94	38,37	4,35	6,20
CV(%)	2,68	48,51	55,38	54,2	57,64	11,9	40,73	12,98	35,29	30,7	29,87	149,44	26,31
Profundidade de 41 a 60 cm													
0	4,77	0,46	0,13	0,055	0,68	2,05	0,65	2,69	1,33	22,79	45,67	0,70	4,41
0,4	4,77	0,49	0,11	0,068	0,42	1,93	0,67	2,60	1,09	24,66	38,35	0,55	5,23
0,8	4,74	0,43	0,10	0,063	0,39	2,03	0,66	2,69	1,05	23,31	41,46	0,66	5,77
1,2	4,87	0,67	0,15	0,080	0,33	2,07	0,90	2,97	1,23	28,55	30,42	0,62	5,05
1,6	4,89	0,58	0,17	0,088	0,37	2,05	0,83	2,88	1,20	27,70	33,53	1,02	5,19
Ajuste/Sig.	EL**	EL*	Eq*	EL*	EL ^o	ns	EL*	EL*	ns	EL*	EL**	ns	ns
Média	4,81	0,53	0,13	0,071	0,44	2,02	0,74	2,77	1,18	25,40	37,89	0,71	5,13
CV(%)	3,23	51,15	52,82	53,66	120,26	12,11	45,39	16,23	52,59	30,98	36,09	117,79	34,89

Obs.: ns, ^o, *, ** e ***: não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. El, efeito linear; Eq, efeito quadrático.

O sistema radicular do algodoeiro foi, quase sempre, maior quando se utilizou gesso. Na ausência de calcário e gesso, claramente, houve entortamento da raiz pivotante e maior crescimento lateral de das raízes superficiais (Figura 5A e B), indicando haver restrição química no seu aprofundamento no perfil. Nos maiores níveis de gesso, houve forte crescimento radicular em profundidade (Figura 5D e E), especialmente na presença do calcário. Mesmo nas doses medianas de gesso e calcário (Figura 5F), já é expressivo o crescimento radicular obtido em profundidade, apesar de boa parte das raízes acabem sendo cortada na abertura do perfil.

Tabela 13. Variação nos atributos de fertilidade do Latossolo Vermelho, textura argilosa, do Campo Experimental Monte Cristo, no cerrado de Roraima. Boa Vista, RR, safra 2007.

Gesso	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTCt	CTCe	V	m	P	MO	
t/ha		----- cmol _c /dm ³ -----									----- % -----		mg/dm ³	g/dm ³
Profundidade de 0 a 20 cm														
0	5,95	1,57	0,66	0,140	0,09	2,46	2,37	4,83	2,46	48,74	5,16	28,46	10,83	
0,8	5,70	1,51	0,53	0,142	0,12	2,78	2,18	4,65	2,31	44,01	6,89	27,49	10,97	
1,6	5,90	1,60	0,55	0,119	0,12	2,41	2,27	4,68	2,39	49,18	6,52	32,61	10,22	
2,4	5,70	1,44	0,50	0,121	0,13	2,70	2,07	4,77	2,19	44,30	6,84	29,68	11,35	
3,2	5,79	1,61	0,51	0,132	0,10	2,49	2,25	4,75	2,35	47,00	5,53	24,73	10,37	
Ajuste/Sig	ns	ns	El**	ns	ns	na*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
Média	5,81	1,54	0,55	0,131	0,11	2,57	2,23	4,73	2,34	46,64	6,19	28,59	10,75	
CV(%)	6,36	24,78	24,91	24,08	64,91	16,35	20,45	15,64	18,43	16,53	79,25	40,06	17,97	
Profundidade de 21 a 40 cm														
0	5,14	0,73	0,55	0,156	0,27	2,28	1,44	3,73	1,71	38,90	16,84	1,31	6,78	
0,8	5,06	0,69	0,58	0,169	0,31	2,49	1,44	3,94	1,76	37,12	18,33	1,37	6,17	
1,6	5,19	0,89	0,55	0,166	0,30	2,50	1,61	4,11	1,91	39,22	17,03	0,92	6,47	
2,4	4,96	0,72	0,47	0,175	0,40	2,70	1,37	4,07	1,77	33,54	23,73	3,40	7,36	
3,2	5,04	0,83	0,57	0,157	0,31	2,63	1,56	4,19	1,87	37,15	17,50	3,17	6,47	
Ajuste/Sig	ns	ns	ns	ns	ns	El*	ns	El**	Elo	ns	ns	ns	ns	
Média	5,08	0,77	0,55	0,164	0,32	2,52	1,48	4,01	1,80	37,19	18,69	2,03	6,65	
CV(%)	5,56	37,45	22,72	42,50	49,04	18,33	23,26	9,83	12,80	$\frac{23,7}{0}$	53,12	234,10	30,43	

Obs.: ns, o, *, ** e ***: não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. El, efeito linear; Eq, efeito quadrático; na, não ajustado aos polinômios de 1° e 2° graus.



Figura 4. Deficiência de enxofre na parcela testemunha (A) e no tratamento com 3,5 t/ha de calcário e 0,0 t/ha de gesso (B), possivelmente associada com deficiências de micronutrientes catiônicos (parcela com deficiência menos intensa, ao fundo tinha 3,5 t/ha de calcário + 1,2 t/ha de enxofre).

Não houve efeito do gesso sobre o estande e o número de capulho por planta, mas houve influência sobre a massa média de capulho e sobre a produtividade (Tabela 14). Em geral, a produtividade e a massa de capulho responderam linearmente ao uso do gesso, entretanto não houve ajuste linear ou quadrático significativo no CEMC, em 2008, sobre a produtividade de algodão em caroço.

Tabela 14. Variação na altura (ALT), nos teores de N, P e K foliar, no estande final (pl. = planta), no nº de capulho/planta (NCP, cap. = capulho), na massa média de capulho (MC) e na produtividade do algodoeiro em função das doses de gesso, nos Campos Experimentais (CE) Água Boa (AB) e Monte Cristo, no cerrado de Roraima, nos anos de 2007 e 2008. Boa Vista, RR, 2007 e 2008.

Efeito	ALT	N	P	K	Estande	NCP	MC	PROD
	cm	g/kg			pl./m	cap./pl.	g/cap.	kg/ha
Local e Ano								
CE AB	96,2	40,6	3,3	14,1	10,1	8,3	5,16	2074,9
2007	88,1	42,1	3,4	12,4	11,3	5,3	4,82	2249,3
2008	104,3	39,1	3,2	15,8	8,9	11,2	5,50	1900,5
Sig. Ano	***	***	o	**	***	***	***	***
CE MC	123,6	38,4	3,8	13,2	8,3	6,9	5,43	2730,8
2007	112,6	38,3	3,9	13,5	9,6	6,7	5,77	3205,4
2008	134,6	38,5	3,8	13,0	7,1	7,2	5,10	2256,2
Sig. Ano	***	ns	ns	ns	***	ns	***	***
Sig. CE	***	***	***	**	***	***	***	***
Gesso (NG de 0,8 t/ha no CEAB e 1,6 t/ha no CEMC)								
0,00 x NG	106,9	39,8	3,7	14,9	9,0	7,6	5,19	2248,8
0,50 x NG	109,1	38,6	3,6	14,3	9,1	7,4	5,20	2273,4
1,00 x NG	111,0	38,3	3,6	13,7	9,3	7,5	5,33	2480,9
1,50 x NG	110,0	38,1	3,4	13,8	9,2	7,9	5,33	2439,8
2,00 x NG	112,5	38,3	3,5	13,8	9,3	7,6	5,44	2571,3
Ajuste/sig.	EI*	ns	EI*	EI**	ns	ns	EI***	EI***
Desdobramento								
Ges./2007	ns	ns	ns	Elo	ns	ns	EI*	EI**
Ges./2008	EI*	EI*	EI*	EI*	ns	ns	EI**	EI***
Ges./AB	EI***	ns	ns	Elo	ns	ns	EI ^o	EI***
Ges./MC	ns	Eq*	EI***	EI*	ns	ns	EI**	EI**
Ges./AB/07	EI*	ns	ns	EI ^o	ns	ns	ns	Elo
Ges./AB/08	EI**	ns	ns	ns	EI ^o	ns	EI**	EI***
Ges./MC/07	ns	ns	EI*	ns	ns	ns	EI***	EI**
Ges./MC/08	na ^o	EI***	EI**	EI*	ns	ns	na ^o	na**
Média	109,9	38,6	3,6	14,1	9,2	7,6	5,3	2402,8
CV(%)	11,5	9,1	17,5	18,6	14,9	28,0	8,2	17,4

Obs.: ns, o, *, ** e ***: não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. EI, efeito linear; Eq, efeito quadrático; na, não ajustado aos polinômios de 1º e 2º graus.



A. Gesso e Calcário – 0,0 t/ha



B. Gesso e Calcário – 0,0 t/ha



C. Gesso – 1,6 t/ha; e Calcário – 0,0 t/ha



D. Gesso – 0,0 t/ha; e Calcário – 3,5 t/ha



E. Gesso – 1,6 t/ha; e Calcário – 3,5 t/ha



F. Gesso – 0,8 t/ha; e Calcário – 1,8 t/ha

Figura 5. Desenvolvimento do sistema radicular de plantas de algodoeiro submetidos a diferentes doses de calcário e gesso, em Latossolo Amarelo, textura franco-arenosa, no Campo Experimental Água Boa, no cerrado de Roraima. Boa Vista, RR, 2009.

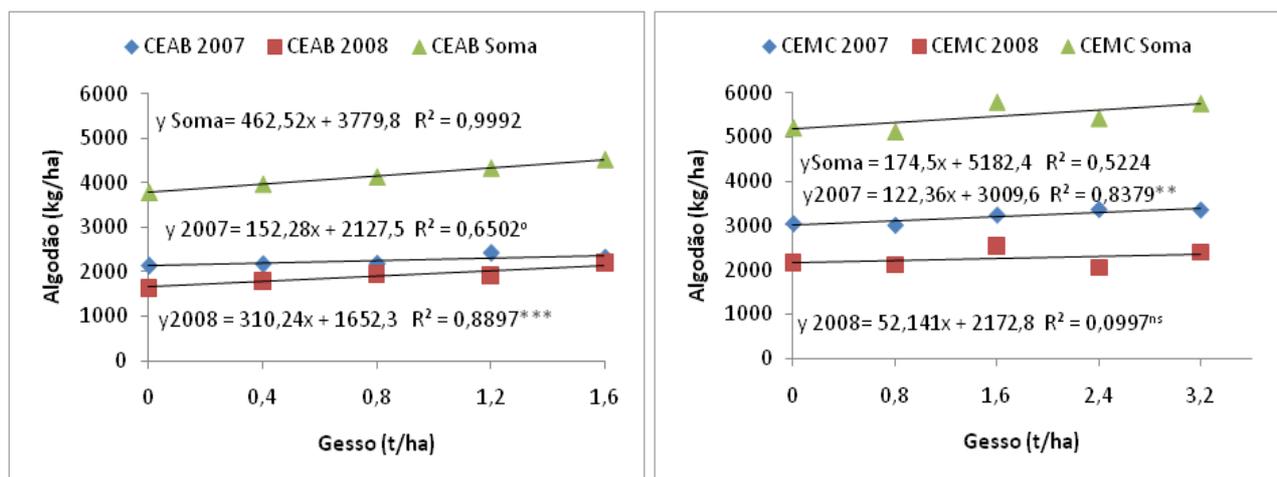


Figura 6. Produção de algodão em caroço em resposta a doses de gesso em Latossolo Vermelho Amarelo, textura arenosa (CEAB, Campo Experimental Água Boa), e Latossolo Vermelho, textura média (CEMC, Campo Experimental Monte Cristo), no cerrado de Roraima, nos anos de 2007 e 2008. Boa Vista, RR.

Considerando o preço corrente do algodão em caroço no mercado de R\$ 14,80/@ (quase R\$ 1,00/kg), como praticado no Oeste da Bahia, e um custo de aquisição do gesso de R\$ 180,00/t posto na propriedade é necessário um ganho superior a 180 kg/ha de algodão em caroço para cada tonelada de gesso aplicado para que seja economicamente viável o uso dessa tecnologia no cerrado de Roraima, como correção inicial do solo para a instalação com sucesso da cotonicultura na região. Observa-se na Figura 6A, que há um incremento na produtividade de 152 kg/ha de algodão em caroço por tonelada de gesso aplicado no CEAB, no primeiro ano de cultivo, aumentando para 310 kg/ha/t no segundo ano. Somente considerando essas duas safras há um ganho de 462,52 kg/ha/t, o que geraria uma renda adicional, descontado o custo do gesso, de R\$ 452,03/ha para o uso da maior dose aplicada no Latossolo Amarelo, textura arenosa, do CEAB.

Entretanto, como o efeito do gesso pode se estender por até cinco anos, a lucratividade da correção da acidez subsuperficial pode ser bem maior.

No CEMC, por outro lado, os incrementos observados em produtividade no período em estudo não compensou o custo do uso do gesso. Pois, no somatório das duas safras somente foi possível recuperar R\$ 174,50/ha/t de gesso aplicado e esse valor é inferior ao custo local do insumo, não compensando sua aplicação. De fato, as condições de fertilidade inicial do solo (Tabela 5) mostravam que o Latossolo Vermelho estudado não necessitava de correção da acidez nas camadas subsuperficiais. O teor de $\text{Ca}^{2+} > 0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, a saturação por Al tocável $< 20\%$ e os teores de $\text{Al}^{3+} < 0,3 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ não era restritivo ao crescimento radicular em profundidade.

Portanto, conclui-se que o critério tradicionalmente usado para identificação da necessidade de correção da acidez subsuperficial é apropriado para o cerrado de Roraima, para uso na cultura do algodoeiro. O critério de recomendação, tendo por base a necessidade de gessagem ($NG, \text{kg/ha} = 50 * \text{teor de argila (dag/kg)}$) na camada a ser corrigida, foi razoável para cálculo na estimativa da dose necessária. Para o Latossolo Amarelo do CEAB, com teor de argila de 27 a 31 dag/kg nas camadas de 20 a 60 cm, foi necessária a aplicação de 1.600 kg/ha de gesso. Assim, o valor da constante a ser usada variou de 59,3 a 51,6, com média de 55,2. A necessidade local de gessagem pode ser calculada então por: $NG (\text{t/ha}) = 55 * \text{teor de argila (dag/kg)}$. Entretanto, é necessário maior número de locais de pesquisas para se ter um valor médio mais confiável.

É provável, também, que a NG para correção inicial do solo, no momento de sua incorporação ao processo produtivo, seja uma dose maior do que a necessária para manter a correção no tempo. Essa discrepância entre o critério de recomendação e a resposta do algodoeiro à gessagem tem sido mostradas em solos arenosos do Oeste da Bahia, onde tem havido resposta a aplicação de até 4 t/ha de gesso, repetidos anualmente, em condição de cultivo em sequeiro e alta produtividade ($\sim 300 \text{ @/ha}$) (FERREIRA et al., 2008, 2009). Após a correção inicial, a aplicação anual de 500 kg/ha de gesso permite a manutenção de altas produtividades na área.

A gessagem tem pouco efeito sobre a qualidade da fibra (Tabela 15). Em geral, houve efeito de local de cultivo, com o Latossolo Vermelho produzindo fibras de melhor qualidade. As fibras produzidas no CEAB, apesar de menor qualidade que as obtidas no CEMC, ainda estão dentro do padrão aceito pelas indústrias têxteis nacionais.

A gessagem reduziu a resistência da fibra no CEAB, não tendo nenhum efeito sobre as demais características tecnológicas da fibra.

Tabela 15. Variação nos teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) na folha (aos 80 dae), % fibra, comprimento (UHM), uniformidade (UNF), índice de fibras curtas (SFI), resistência (STR), alongamento à ruptura (ELG), micronaire (MIC), maturidade (MAT), reflectância (Rd), amarelecimento (+ b) e índice de consistência de fiação (SCI) da fibra do algodoeiro influenciada pelas doses crescentes de gesso aplicadas no CEAB e CEMC. Boa Vista, RR, ano 2007.

Efeito	Ca	Mg	PFIB	UHM	UNF	SFI	STR	ELG	MIC	MAT	Rd	mb	SCI
	g/kg		%	mm	%	gf/tex	%	µg/in		%			
Efeito de Local													
CEAB	30,09	5,61	45,30	29,33	85,91	6,83	31,00	6,58	4,72	88,53	71,83	8,75	145,09
CEMC	34,76	5,20	43,17	31,14	87,19	4,93	33,78	6,38	5,15	89,77	74,70	9,32	160,77
sig.	***	***	***	***	***	***	***	*	***	***	***	***	***
Efeito do Gesso (Necessidade de Gessagem, NG, de 0,8 e 1,6 t/ha nos CEAB e CEMC, respectivamente)													
0,0 x NG	29,72	5,27	44,16	30,10	86,36	5,95	32,72	6,48	4,92	89,07	73,39	9,09	152,93
0,5 x NG	32,13	5,68	44,24	30,43	86,47	6,02	32,93	6,56	4,95	89,23	72,49	9,24	153,97
1,0 x NG	32,35	5,30	44,07	30,35	86,80	5,89	31,87	6,38	4,87	89,10	73,61	8,80	153,54
1,5 x NG	33,94	5,30	44,24	30,16	86,81	5,68	32,13	6,43	4,95	89,27	72,97	9,16	152,97
2,0 x NG	33,99	5,46	44,47	30,13	86,30	5,86	32,28	6,56	4,97	89,10	73,87	8,88	151,25
Ajuste/sig.	Elo	ns	ns	ns	Eqo	ns	ns	ns	ns	ns	ns	na*	ns
Desdobramentos													
Ges. d/CEAB	El*	ns	Eqo	ns	Eqo	ns	El*	ns	Eqo	ns	Eqo	na*	ns
Ges. d/CEMC	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Média	32,43	5,40	44,24	30,24	86,55	5,88	32,39	6,48	4,93	89,15	73,26	9,03	152,93
CV(%)	34,44	20,27	2,06	2,85	1,36	22,79	5,64	9,52	4,97	1,09	3,71	6,6	6,43

Obs.: ns, o, *, ** e ***: não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. El, efeito linear; Eq, efeito quadrático.

ADUBAÇÃO COM NITROGÊNIO E USO DE REGULADOR DE CRESCIMENTO

Em geral, em 2007, o algodoeiro cresceu mais no CEMC e teve maior número de capulho por planta. Porém, no CEAB ele alcançou maior teor de N foliar, teve maior estande, maior produtividade e % de fibra (Tabela 16). Em 2008, não houve diferença significativa entre os campos em altura e produtividade, porém o CEAB foi superior no N foliar, no número de capulho por planta e na massa média de capulho (Tabela 17). A fibra produzida no CEMC teve a melhor qualidade, sendo superior a do CEAB em todas as características medidas (Tabela 18).

O algodoeiro cresceu fortemente em altura em função das doses de N, em ambos os anos e campos testados (Tabelas 16 e 17), alcançando 121,9 cm, em 2007, com 230 kg/ha de N e 124,5 cm, em 2008, com 190 kg/ha de N (Figura 7A). O uso de CM, por outro lado, reduziu linearmente o crescimento do algodoeiro, tanto no CEAB como no CEMC, sendo a dose de 50 g/ha do i.a. efetiva para manter a altura entre 97 e 110 cm (Figura 1B), propícia para obtenção de bons níveis de produtividade (Tabela 16) e qualidade de fibra (Tabela 18). O CM provocou elevação linear na massa média de capulho, com diminuição linear na % fibra, entretanto o impacto sobre a produção foi pequeno, significativo e sem ajuste definido,

variando de 74 a 257 kg/ha de algodão em caroço, com ganho médio de 171 kg/ha. O impacto do uso de pix sobre a produtividade é relativamente pequeno (CIA et al., 1996; TEIXEIRA et al., 2008), porém positiva. Apesar do CM ter diminuído o alongamento à ruptura e o índice de reflectância, seu efeito global sobre a fibra foi positivo, permitindo ligeiro incremento no índice de consistência de fiação (Tabela 18), ou seja, melhorou a qualidade da fibra, especialmente no CEAB.

A aplicação de N, em 2007, permitiu aumento quadrático na altura de plantas, no número de capulho/planta, na massa média de capulho e na produtividade, com aumento linear dos teores de N foliar e redução linear da percentagem de fibra (Tabela 16). Em 2008, as doses de N provocaram efeito quadrático sobre a altura, o N foliar, a massa média de capulho e a produtividade, elevando linearmente o número de capulho por planta e diminuindo o estande (Tabela 16). Dessa forma, a altura de plantas e os componentes de produção foram fortemente impactados pelo uso do N. Das características tecnológicas de qualidade da fibra, apenas a uniformidade, a resistência, o alongamento à ruptura e a reflectância não foram afetados pelas doses de N, porém teve efeito benéfico sobre o comprimento, o índice de fibras curtas e o micronaire e efeito prejudicial sobre a maturidade e ao índice de amarelecimento da fibra (Tabela 18). No entanto, o N elevou o índice de consistência de fiação, melhorando a qualidade global da fibra, especialmente no CEAB, onde houve um maior ataque de pulgão e moscas brancas.

Em geral, as produtividades de máximas eficiência técnica nos CEAB e CEMC de 3.033 e 2.480 kg/ha, em 2007, e 2.270 e 2.425 kg/ha de algodão em caroço, em 2008, foram obtidas com as doses de 238, 179, 171 e 180 kg/ha de N, respectivamente (Figura 8A). Obteve-se a máxima produtividade relativa com 183 kg/ha de N, na média dos anos e campos experimentais testados (Figura 8B).

Tabela 16. Comparação de média e análise de regressão de altura, N foliar, estande, número de capulho/planta (NCP), massa média de capulho (MC), produtividade (PROD) e percentagem de fibra (%FIBRA) do algodoeiro em função de doses de nitrogênio e cloreto de mepiquat, nos Campos Experimentais Água Boa e Monte Cristo, ano 2007. Boa Vista, Roraima.

Efeito	Altura	N Foliar	Estande	NCP	MC	PROD	%FIBRA
	cm	dag/kg	plantas/ m	Nº Cap/pl	g/capulho	kg/ha	%
Efeito médio de Local							
CEAB	100,42 b	39,12 a	10,77 a	6,00 b	5,20 a	2573,27 a	44,99 a
CEMC	108,77 a	35,92 b	7,88 b	6,72 a	5,16 a	2062,69 b	42,10 b
Efeito médio do Nitrogênio (N, kg/ha)							
0	72,26	32,59	9,57	4,53	4,81	1495,69	43,87
60	98,60	34,95	8,89	6,05	5,08	2167,85	43,67
120	114,28	37,85	9,63	7,07	5,33	2545,60	43,46
180	112,70	39,21	9,57	7,01	5,39	2678,61	43,46
240	125,15	43,01	8,96	7,13	5,30	2702,13	43,26
Ajuste/sig.	Eq***	El***	sa*	Eq***	Eq*	Eq***	El**
Efeito médio do Cloreto de Mepiquat (CM, g/ha do i.a.)							
0	113,07	37,49	9,42	6,37	5,03	2189,47	44,06
25	105,99	36,94	9,32	6,80	5,19	2446,14	43,82
50	104,27	38,50	9,25	6,13	5,24	2263,36	43,27
100	95,05	37,16	9,30	6,14	5,27	2372,95	43,03
Ajuste/sig.	El***	ns	ns	ns	El°	sa*	El***
Desdobramentos de interações							
N d/AB	Eq*	El***	El*	El**	El*	Eq***	ns
N d/MC	Eq***	El***	ns	Eq***	Eq*	Eq***	Eq*
CM d/AB	El***	ns	ns	ns	El*	sa*	El***
CM d/MC	El**	ns	ns	ns	ns	ns	El**
N x CM	ns	ns	ns	°	**	ns	ns
Média	104,60	37,52	9,33	6,36	5,18	2317,98	43,55
CV(%)	12,48	8,27	10,8 1	23,1 8	7,34	14,02	1,83

Obs.: Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste F a 5%. El, efeito linear; Eq, efeito quadrático. ns, °, *, ** e ***: não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F.

Considerando um preço de mercado de R\$ 14,80 por @ de algodão em caroço (ou R\$ 0,99/kg) e um custo da ureia (45% de N) de R\$ 1,20 por quilograma, que dá uma relação insumo produto de 2,6936, é possível calcular que a produtividade de máxima eficiência econômica em 2.950 e 2.434 kg/ha nos CEAB e CEMC, em 2007, e 2.230 e 2.390 kg/ha, em ambos os

campos em 2008. As doses de máxima eficiência econômica foram calculadas em 176, 144, 142 e 153 kg/ha de N, respectivamente.

Tabela 17. Comparação de média e análise de regressão de altura, N foliar, estande, número de capulho/planta (NCP), massa médio de capulho (MC) e produtividade (PROD) do algodoeiro em função de doses de nitrogênio, nos Campos Experimentais Água Boa e Monte Cristo, ano 2008. Boa Vista, Roraima.

Efeito	Altura cm	N Foliar g/kg	Estande plantas/m	NCP Nº Cap/pl	MC g/capulho	Produtividade kg/ha
Efeito de Local						
Campo Exp. Água Boa	104,80	a 35,35	a 7,60	b 11,40	a 5,25	a 1823,29
Campo Exp. Monte Cristo	104,42	a 29,25	b 8,18	a 7,57	b 4,90	b 1871,99
Efeito do Nitrogênio (kg/ha)						
0	64,54	25,19	9,23	6,23	4,53	783,85
60	101,90	30,75	8,67	8,59	4,94	1848,32
120	114,13	33,44	8,03	9,91	5,24	2140,10
180	121,85	35,37	7,01	10,13	5,34	2267,42
240	120,63	36,75	6,51	12,58	5,31	2198,50
Ajuste/sig.	Eq***	Eq***	El***	El***	Eq***	Eq***
Desdobramentos de interações						
N d/AB	Eq***	Eq***	El***	El***	Eq**	Eq***
N d/MC	Eq***	El***	Eq*	El***	Eq**	Eq***
Média	104,61	32,30	7,89	9,49	5,07	1847,64
CV(%)	14,5	10,8	16,7	30,1	8,5	20,5

Obs.: Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste F a 5%. El, efeito linear; Eq, efeito quadrático. ** e ***: significativo a 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F.

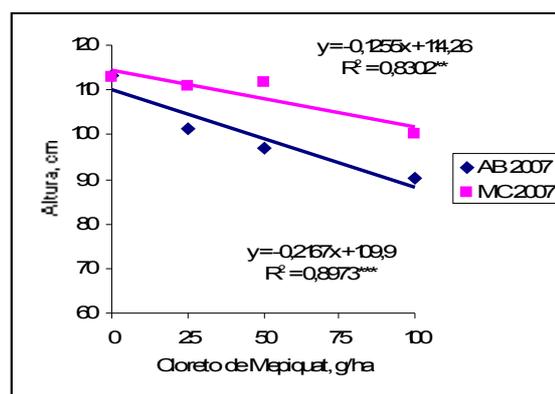
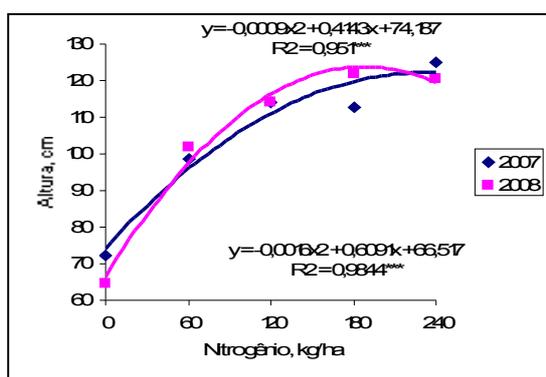


Figura 7. Variação na altura de plantas de algodoeiro BRS Cedro em função de doses de N (A) e cloreto de mepiquat (B), em dois anos de cultivo e dois campos experimentais no cerrado de Roraima. Boa Vista, RR, anos 2007 e 2008.

Tabela 18. Comparação de médias e análise de regressão dos valores de comprimento (UHM), uniformidade (UNF), índice de fibras curtas (SFI), resistência (STR), alongamento à ruptura (ELG), índice micronaire (MIC), maturidade (MAT), índice de reflectância (Rd), de amarelecimento (+b) e de consistência de fiação (SCI) da fibra de algodoeiro BRS Cedro cultivado sob diferentes doses de nitrogênio e cloreto de mepiquat, nos Campos Experimentais (CE) Água Boa e Monte Cristo no cerrado de Roraima. Boa Vista, RR, ano 2007.

Efeito	UHM	UNF	SFI	STR	ELG	MIC	MAT	Rd	+ b	SCI
	mm	%	%	gf/tex	%	µg/in	%	%	%	
Efeito de Local										
CE Água Boa	29,64	85,39	7,03	31,66	6,50	4,90	89,12	76,67	7,74	145,49
CE Monte Cristo	30,96	86,23	6,03	33,02	6,69	4,49	87,95	71,31	9,55	157,68
Ajuste/sig.	***	*	*	*	ns	*	*	*	*	*
Efeito do Nitrogênio (N, kg/ha)										
0	29,78	85,38	6,72	32,72	6,48	4,80	88,92	73,77	8,43	148,20
60	30,24	86,00	6,73	32,44	6,54	4,81	88,88	73,82	8,69	151,15
120	30,34	85,71	6,77	32,59	6,55	4,66	88,50	73,54	8,70	152,31
180	30,37	86,06	6,15	31,89	6,75	4,68	88,38	74,17	8,63	152,23
240	30,76	85,91	6,29	32,06	6,65	4,53	88,00	74,65	8,77	154,03
Ajuste/sig.	EL***	ns	El ^o	ns	ns	EL***	EL***	ns	El ^o	El ^o
Efeito de Cloreto de Mepiquat (CM, g/ha do i.a.)										
0	30,38	85,64	6,44	31,91	6,73	4,70	88,47	74,62	8,65	149,92
25	30,05	85,56	6,78	32,19	6,59	4,73	88,57	73,63	8,42	149,14
50	30,36	86,12	6,53	32,71	6,68	4,69	88,43	74,31	8,82	154,38
100	30,40	85,92	6,37	32,56	6,38	4,67	88,67	73,40	8,67	152,89
Ajuste/sig.	ns	ns	ns	ns	EL*	ns	ns	El ^o	SA*	ns
Desdobramentos de interações										
N d/AB	EL*	ns	ns	ns	ns	EL***	EL***	ns	El ^o	EL*
N d/MC	EL***	ns	ns	EL*	ns	ns	EL*	El ^o	EL***	ns
CM d/AB	ns	ns	ns	El ^o	ns	ns	ns	ns	ns	El ^o
CM d/MC	ns	ns	ns	ns	El ^o	ns	ns	ns	ns	ns
Média	30,30	85,81	6,53	32,34	6,59	4,70	88,53	73,99	8,64	151,59
CV(%)	2,55	1,42	21,02	6,29	9,31	6,32	1,13	3,23	6,34	6,74

Obs.: ns, o, *, ** e ***: não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. El, efeito linear; Eq, efeito quadrático.

Considerando a relação média estabelecida na Figura 8B, 90% da produtividade máxima pode ser obtida com uso de 107 kg/ha de N. Assim, as doses citadas correspondem a obtenção de 97, 99, 98 e 97% da produtividade relativa máxima. Considerando que o alcance de produtividades superiores a 90% do potencial máximo da cultura é adequado para a exploração comercial, altamente tecnificada, da maioria das culturas, a dose de 142 kg/ha de N é a mais apropriada para exploração do algodoeiro no cerrado de Roraima. Em períodos mais propícios a obtenção de maiores produtividades e relação insumo/produto favorável, a aplicação de 176 kg/ha de N é a mais apropriada.

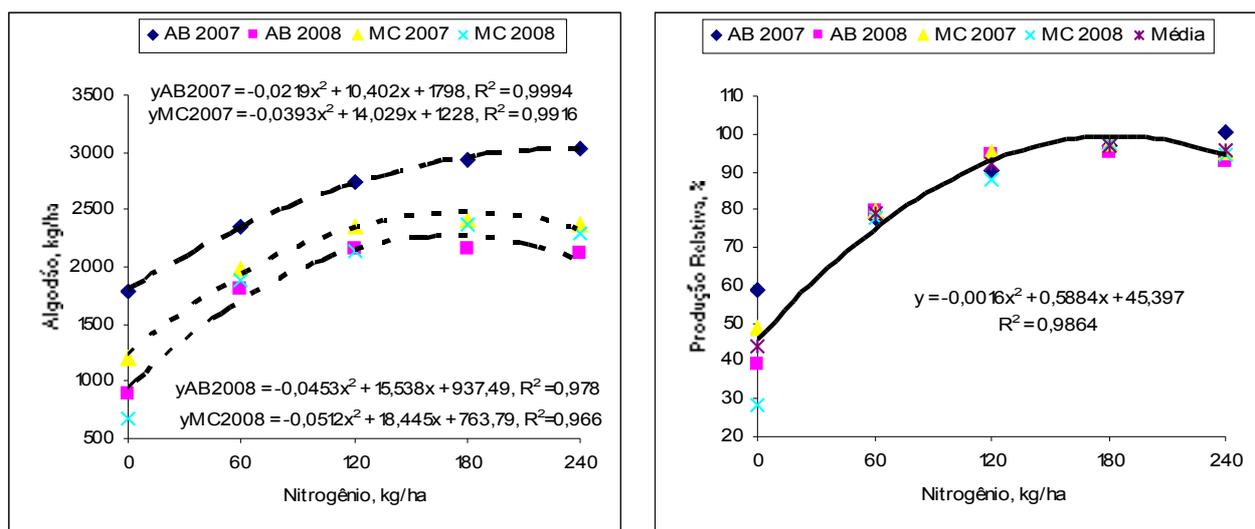


Figura 8. Resposta do algodoeiro ao uso de N nos campos experimentais Água Boa (AB) e Monte Cristo (MC), no Cerrado de Roraima, nas safras de 2007 e 2008. A – Produção de algodão em caroço (kg/ha); B – produção relativa (%).

No conjunto dos dados apurados, o uso de 50 a 100 g/ha do i.a. de cloreto de mepiquat, pulverizados a partir dos 30 dae e repetidos a cada 20 dias (aplicar 20, 30 e 50% da dose/aplicação), é a faixa de dosagem mais apropriada para exploração comercial da BRS Cedro no Cerrado de Roraima.

A aplicação de 142 a 176 kg/ha de N, aplicando 20 kg/ha no plantio e o restante parcelado em doses iguais aos 25 e 45 dae, é a faixa mais apropriada para obtenção de produtividades superiores a 97% do potencial da cultura, que chegou a 3.576 kg/ha, nas melhores parcelas.

ADUBAÇÃO COM FÓSFORO

- Adubação corretiva em área total, com P aplicado a lanço e incorporado com grade

A taxa de acréscimo no teor de P disponível do solo dependeu do solo onde o adubo fosfatado foi aplicado. Quanto se fez a aplicação a lanço, em área total e incorporado, o teor de P disponível aumentou muito lentamente no solo mais argiloso do CEMC, onde predomina o Latossolo Vermelho, textura franco-argilosa, tendo crescido apenas 1,77 mg/dm³ para cada 100 kg/ha de P₂O₅ aplicado, na ausência de adubação na linha de plantio (Figura 9A e B); no CEAB, onde predomina o Latossolo Amarelo, textura franco-arenosa, esse incremento chegou 4,53 mg/dm³, nas mesmas condições. Em geral, a declividade da curva variou de 4,53 a 5,94 mg/dm³ para cada 100 kg/ha de P₂O₅ aplicado, com um intercepto de 1,74 a 33,89 mg/dm³ de P disponível, dependendo da aplicação ou não de P na linha de plantio. A taxa foi de 1,77 a 7,36 mg/dm³ por 100 kg/ha de P₂O₅ na adubação corretiva do Latossolo Vermelho no

CEMC, onde o intercepto foi de 0,41 a 21,70 mg/dm³ de P disponível. Como discutido por Novais e Smyth (1999), o solo mais argiloso tem maior capacidade tampão e dificulta a elevação dos teores de P disponível para uma mesma taxa de aplicação de P, quando comparada com o solo arenoso que tem menor fator capacidade. Assim, o consumo de fósforo tende a ser mais elevado no cultivo do CEMC, mas seu poder residual é mais longo.

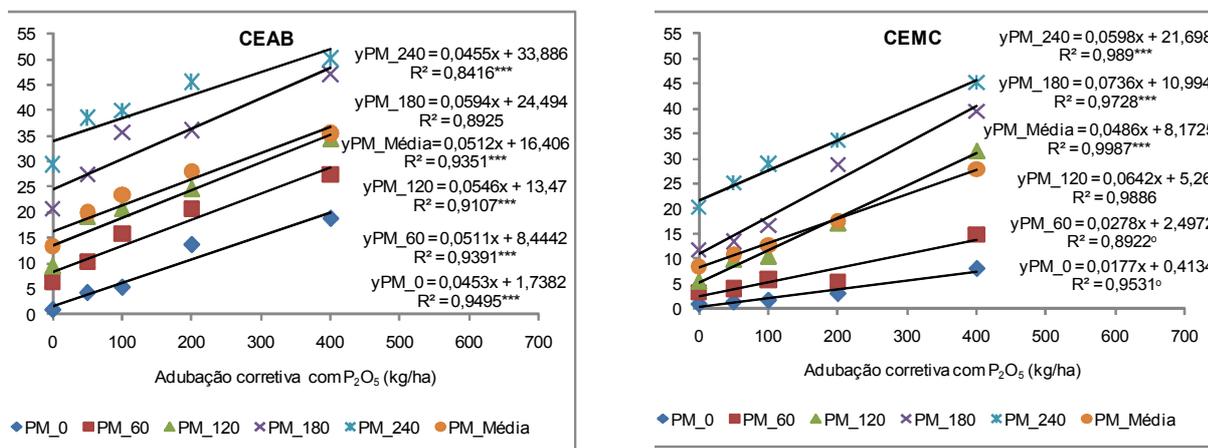


Figura 9. Teor de P disponível, extraído por Mehlich-1, em função da adubação fosfatada corretiva, a lanço e incorporado, nos Campos Experimentais de Água Boa (CEAB, Fig. A, ano 2007) e Monte Cristo (CEMC, Fig. B, ano 2008) no cerrado de Roraima. Boa Vista, RR.

Quanto mais rápida e permanentemente se elevam os teores de P disponível com a adubação corretiva, mais eficiente é o aproveitamento do P pelas plantas da adubação de manutenção e mais econômico é o uso de P no algodoeiro, especialmente de fontes solúveis (SILVA, 1999).

O algodoeiro respondeu fortemente a aplicação de P em doses corretivas, com efeitos permanentes obtidos por até dois anos de cultivo (Tabela 19). Houve respostas positivas no crescimento em altura, nos teores foliares de P, no número de capulho por planta, na massa média de capulho e na produtividade da cultura, apesar de haver redução do estande final com a elevação da disponibilidade de fósforo.

A resposta em produtividade foi, em geral, quadrática, altamente significativa e com alta explicabilidade da variação nos resultados pelos modelos usados (Tabela 19, Figura 10A e B). Apesar disso, a resposta em 2007, ano da aplicação do adubo, foi mais intensa, com maior significância no CEAB e com efeito linear no CEMC.

Tabela 19. Crescimento (altura, ALT; estande, STD) e produção (nº capulho/planta, NCP; peso médio de capulho, PMC; % fibra, PFIB; produtividade, PROD) do algodoeiro nos campos experimentais (CE) Água Boa (AB) e Monte Cristo (MC), nos anos safra 2007 e 2008

Efeito	ALT	PF	STD	NCP	MC	PROD
	cm	g/kg	pl./m	cap./pl	g/cap.	kg/ha
Efeito de Local e Ano de cultivo						
AB	97,6	2,7	10,0	7,7	4,9	2199,7
2007	83,3	2,7	12,5	4,5	4,6	2213,0
2008	111,9	2,7	7,5	10,8	5,2	2186,5
Sig.	***	ns	***	***	***	ns
MC	117,8	3,0	9,9	6,3	5,4	2894,6
2007	101,9	3,2	12,0	5,7	5,8	3180,1
2008	133,6	2,7	7,7	6,8	5,0	2609,2
Sig.	***	***	***	***	***	***
Sig. CE	***	***	ns	***	***	***
Efeito da adubação corretiva (kg/ha de P ₂ O ₅)						
0	98,2	2,5	10,3	6,2	4,9	2181,4
50	106,3	2,6	9,8	6,9	5,0	2446,4
100	110,4	2,8	10,0	7,0	5,3	2620,7
200	112,7	3,1	9,9	7,2	5,4	2754,9
400	111,0	3,2	9,7	7,5	5,3	2732,6
Ajuste/Sig.	Eq***	Eq***	El*	El**	Eq***	Eq***
Desdobramentos						
PC d/CEAB	Eq***	Eq*	El*	El*	Eq***	Eq***
PC d/CEMC	Eq***	Eq**	ns	El*	Eq***	Eq**
PC/2007	Eq*	Eq***	na*	El*	Eq**	Eq***
PC/2008	Eq***	na**	El*	El*	Eq*	Eq***
PC/CEAB/2007	Eq*	Eq**	El*	El*	Eq**	Eq***
PC/CEAB/2008	Eq***	na*	na ^o	na*	El*	Eq*
PC/CEMC/2007	Eq*	Eq*	ns	ns	El*	El***
PC/CEMC/2008	Eq**	El*	El**	ns	ns	Eq***
Média	107,7	2,8	9,9	7,0	5,2	2547,2
CV (%)	11,5	21,0	9,7	29,9	10,1	15,0

Obs.: médias seguidas de mesma letra, minúsculas dentro de cada CE e maiúsculas entre CE's, não diferem entre si pelo teste F (p < 0,05).

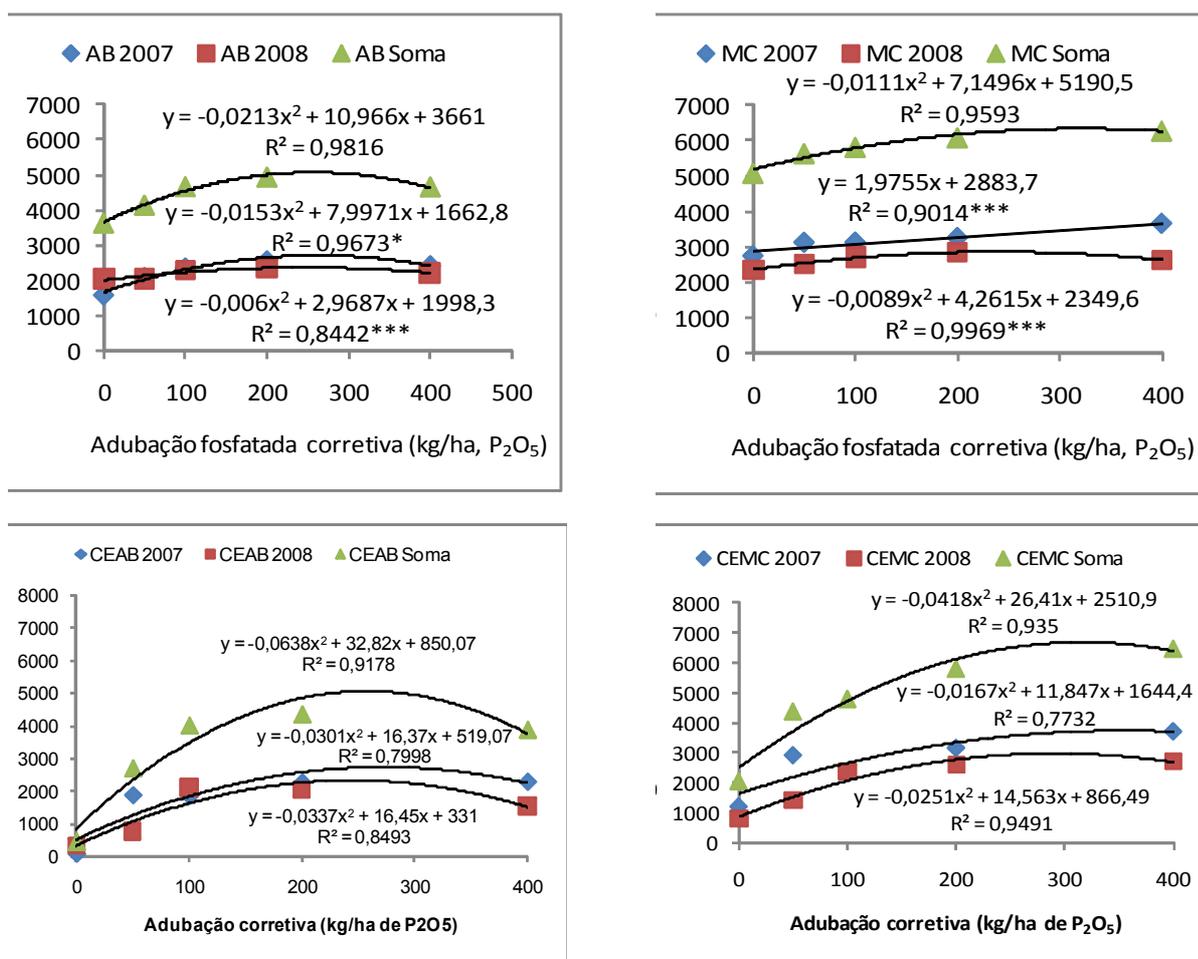


Figura 10. Produção de algodão em caroço em função da adubação corretiva de fósforo em Latossolo Amarelo, textura franco-arenosa (A, C - Campo Experimental Água Boa), e em Latossolo Vermelho, textura franco-argilosa (B, D - Campo Experimental Monte Cristo), nas safras 2007 e 2008, no cerrado de Roraima. Obs.: A e B, na médias das doses de manutenção de P postas na linha, variando de 0 a 240 kg/ha; C e D, na ausência de qualquer adubação de manutenção de P. Boa Vista, RR.

Considerando um preço de mercado de algodão em caroço de R\$ 14,80/@ (ou R\$ 0,99/kg) e o custo do P₂O₅ a R\$ 3,51/kg é possível estimar as doses e produções de máxima eficiência técnica e de máxima eficiência econômica (Tabela 20).

Muito embora as doses de máxima eficiência mudem ano a ano, inclusive na dependência dos preços dos insumos e do algodão em caroço, a soma das produções obtidas em cada ano permite estimar uma dose econômica de 174,1 kg/ha de P₂O₅ para o CEAB e de 162,2 kg/ha, para o CEMC. Apesar do algodoeiro no CEMC responder linearmente à aplicação do P no primeiro ano, essa produção adicional (1,98 kg de algodão ou R\$ 1,96/kg de P₂O₅ aplicado) não compensa o custo efetivo do adubo (R\$ 3,51/kg de P₂O₅). O conjunto dos dados de produção das duas safras, no entanto, permite fazer uma estimativa razoável da dose econômica para corrigir os solos de ambos os campos experimentais, com possibilidade de uso dessa adubação única por duas safras seguidas.

Tabela 20. Doses e produções de máximas eficiências físicas (DMEF e PMEF) e econômica (DMEE e PMEE) nos Campos Experimentais (CE) Água Boa (AB) e Monte Cristo (MC), no cerrado de Roraima, nos anos 2007 e 2008, em função da adubação corretiva feita em conjunto com a adubação de manutenção e na ausência desta. Boa Vista, RR.

ANO	Adubação corretiva na presença da adubação de manutenção posta na linha de plantio*				Adubação fosfatada corretiva na ausência de adubação manutenção			
	DMEF	DMEE	PMEF	PMEE	DMEF	DMEE	PMEF	PMEE
----- kg/ha -----								
Campo Experimental Água Boa								
2007	261,3	145,4	2707,8	2502,1	271,9	213,0	2744,8	2640,2
2008	247,4	-48,3	2365,5	1840,9	244,1	191,4	2338,4	2245,0
Soma	257,4	174,1	5072,4	4924,6	257,2	229,4	5070,9	5021,6
Campo Experimental Monte Cristo								
2007	400,0	400,0	3673,9	3673,9	354,7	248,5	3745,5	3557,0
2008	239,4	40,1	2859,7	2506,1	290,1	219,4	2978,9	2853,4
Soma	322,1	162,2	6341,8	6058,2	315,9	273,5	6682,5	6607,2

*Na média de doses de manutenção variando de 0 a 240 kg/ha de P₂O₅.

Com os dados da Figura 9, usando a equação $y_{PM_Média}$, é possível verificar que os solos adubados com as doses citadas alcançariam um teor médio de P disponível de 25,3 mg/dm³ no CEAB e 16,1 mg/dm³, no CEMC. Em ambos os caso, os teores se enquadram na faixa de interpretação considerada adequada por Sousa et al. (2004), necessitando de complementação anual, a partir da segunda safra de 25 kg/ha de P₂O₅/tonelada de algodão em caroço produzida, como adubação de reposição (FERREIRA e CARVALHO, 2005).

Como os dados medidos anteriormente estão combinadas com doses de P₂O₅ aplicadas na linha de plantio (de 0 a 240 kg/ha) é preciso fazer uma correção, subtraindo os valores encontrados daqueles obtidos a partir da Figura 10, presentes na tabela 20, sem adubação de manutenção.

Deste modo, para trabalhar apenas com adubação corretiva, aplicada a lanço e incorporadas com grade na camada arável, seriam necessários aplicar 229,4 e 273,5 kg/ha de P₂O₅ nos CEAB e CEMC, respectivamente. Isto elevaria os teores de P no solo para (Eq. PM₀, na Figura 9) 12,1 e 5,3 mg/dm³, respectivamente, considerados de fertilidade média, no CEAB, e baixo, no CEMC.

Assim, para garantir a obtenção da produtividade pretendida, é necessário aplicar 174 kg/ha no CEAB na adubação corretiva, mais 56 kg/ha na adubação de plantio (diferença da DMEE da Tabela 20, na presença e na ausência de adubação de manutenção com P), juntamente com as sementes. No CEMC, é preciso aplicar 162 kg/ha na adubação corretiva e 111 kg/ha na adubação de manutenção.

O uso das equações da Figura 9 permite calcular o teor de P disponível esperado para cada nível de dose de fósforo posto na adubação de plantio (PM), usando a equação mais próxima das doses indicadas.

A aplicação de P teve forte impacto sobre a qualidade da fibra do algodão, especialmente no CEAB (Tabela 21). A forte resistência, o maior comprimento, uniformidade, maturidade e reflectância impuseram grande superioridade da fibra produzida no CEMC sobre a do CEAB, apesar deste ter maior percentual de fibra. As doses de P afetaram todas as características tecnológicas da fibra, indicando a forte restrição metabólica da deficiência de fósforo e seu impacto sobre a fotossíntese, a translocação, a deposição de açúcares na fibra (predominante celulose) e seu desenvolvimento normal. Onde as condições de formação da fibra estavam mais limitantes houve maior efeito do fósforo sobre suas características tecnológicas, como no Latossolo Amarelo do CEAB.

Tabela 21. Médias de percentagem de fibra (PFIB), comprimento (UHM), índice de fibras curtas (SFI), uniformidade (UNF), resistência (STR), alongamento à ruptura (ELG), maturidade (MAT), índice micronaire (MIC), reflectância (Rd), índice de amarelecimento (+b) e índice de consistência de fiação da fibra de algodoeiro BRS Cedro submetida a doses corretivas de fósforo, nos Campos Experimentais (CE) Água Boa (AB) e Monte Cristo (MC), no cerrado de Roraima. Boa Vista, RR, safra 2007.

Efeito	PFIB %	UHM mm	UNF %	SFI %	STR gf/tex	ELG %	MIC	MAT	Rd µg/in	+b	SCI %
Efeito de Local de Cultivo											
CEAB	44,9	29,0	84,5	6,4	33,3	6,9	4,7	88,3	74,5	8,5	146,6
FEMC	42,3	30,3	85,8	5,2	34,6	6,5	5,0	89,4	75,2	8,8	156,9
Sig.	***	***	***	***	***	**	***	***	ns	*	***
Adubação corretiva com P ₂ O ₅ (kg/ha)											
0	43,0	29,1	84,5	6,2	32,8	6,9	4,8	88,5	74,5	8,9	144,3
50	43,7	29,7	85,4	5,6	33,6	6,8	4,9	88,9	73,8	8,8	150,7
100	43,5	29,9	85,4	5,6	35,0	6,7	4,7	88,6	76,4	8,7	158,0
200	43,9	29,8	85,1	6,2	34,0	6,7	4,8	88,8	75,2	8,5	152,3
400	43,9	29,9	85,5	5,6	34,3	6,5	4,9	89,2	74,4	8,5	153,5
Aj./Sig.	El**	Eq**	El*	ns	Eq*	El**	ns	El*	ns	Elo	Eq**
Desdobramentos											
PC d/AB	Eq**	Eq**	El**	ns	Eq*	ns	El*	El*	Eq*	ns	Eq**
PCd/MC	ns	El*	ns	ns	ns	El**	ns	ns	ns	El**	ns
Média	43,6	29,7	85,2	5,8	33,9	6,7	4,8	88,8	74,9	8,7	151,8
CV (%)	2,4	2,3	1,4	25,9	5,9	8,4	6,6	1,2	5,1	10,0	6,5

Obs.: na, ns, o, *, **, ***: não ajustados aos polinômios testados, não significativo, significativo a 10, 5, 1 e 0,1% pelo teste F, respectivamente. El, efeito linear; Eq, efeito quadrático.

- Adubação de manutenção, com P aplicado na linha de plantio e em cobertura

A taxa de acréscimo no teor disponível do solo, em função do P posto na linha de plantio, dependeu do solo e da dose usada na adubação de correção (Figura 11A e B). Em geral, no CEAB e na dose zero de adubação corretiva, os teores de P disponível aumentaram 11,9 mg/dm³ para cada 100 kg/ha de P₂O₅ aplicado na linha de plantio. A partir daí, o incremento passou a ser de 14,3, 14,8, 13,2 e 13,8 mg/dm³ para cada 100 kg/ha de P₂O₅ posto na linha de plantio, nas parcelas com adubações corretivas de 50, 100, 200 e 400 kg/ha de P₂O₅, respectivamente. É interessante notar que as doses corretivas possibilitaram o aumento do intercepto de 0,9 até 19,0 mg/dm³ de P disponível, implicando em forte aumento nos teores disponíveis com o incremento das doses na linha de plantio (Figura 11A).

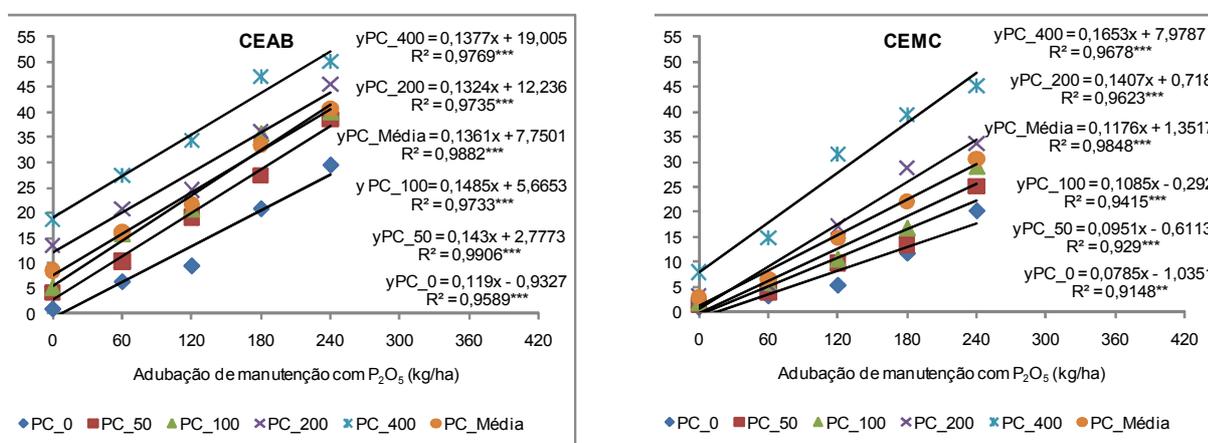


Figura 11. Teor de P disponível, extraído por Mehlich-1, em função da adubação fosfatada corretiva, a lanço e incorporado, nos Campos Experimentais de Água Boa (CEAB, Fig. A, safra 2007) e Monte Cristo (CEMC, Fig. B, safra 2008) no cerrado de Roraima. Boa Vista, RR.

Ao contrário do CEAB, onde as retas foram quase paralelas nas diversas doses corretivas, no CEMC a taxa de acréscimo nos teores de P disponível, promovida pelo adubo posto na linha de plantio, foi crescente com as doses corretivas aplicadas, variando de 7,9 a 16,5 mg/dm³ para cada 100 kg/ha de P aplicado na linha de plantio (Figura 11B). O teor de P cresce lentamente nas condições naturais do solo e tende a se acelerar à medida que a superfície das argilas são recobertas pelo nutriente adsorvido. Devido a este fato, o intercepto das curvas tendem a ser muito próximo de zero, o que restringe a separação de classes de disponibilidade.

As curvas de respostas em produção obtidas para os diferentes campos experimentais mostram haver resposta positiva a aplicação com fósforo na linha de plantio, independente da adubação corretiva usada (Figura 12), sendo mais intensa, porém, nas doses de 0, 50 e 100 kg/ha de P₂O₅.

Considerando o valor de mercado local do P_2O_5 de R\$ 3,51/kg na forma de superfosfato triplo (39% de P_2O_5 total) e o valor de R\$ 14,80/@ de algodão em caroço (cerca de R\$ 0,99/kg de algodão), resulta em uma relação insumo/produto de 3,5483. Aplicando esse valor a primeira derivada das equações quadráticas das figuras 12 A, B, C, D e E, é possível gerar a os dados de recomendação de adubação de manutenção que constam na tabela 22.

Observa-se que as respostas econômicas listadas na tabela 22 à adubação de manutenção somente ocorre até o limite de fosfatagem de 50 kg/ha, no CEAB, e 100 kg/ha, no CEMC. A partir de então, a rigor, somente seriam econômicas as doses de P_2O_5 que gerem retorno em renda superior a R\$ 3,51 /kg de algodão em caroço. Com o algodão custando atualmente R\$ 0,99/kg, é necessária uma taxa de incremento (declividade da reta) superior a 3,54 kg de algodão/kg de nutriente aplicado para que essa adubação seja econômica.

Nas condições de solo nativo, a aplicação de 150 kg/ha de P_2O_5 na linha de plantio permite obter as melhores produtividades de algodão em caroço no cerrado do estado de Roraima.

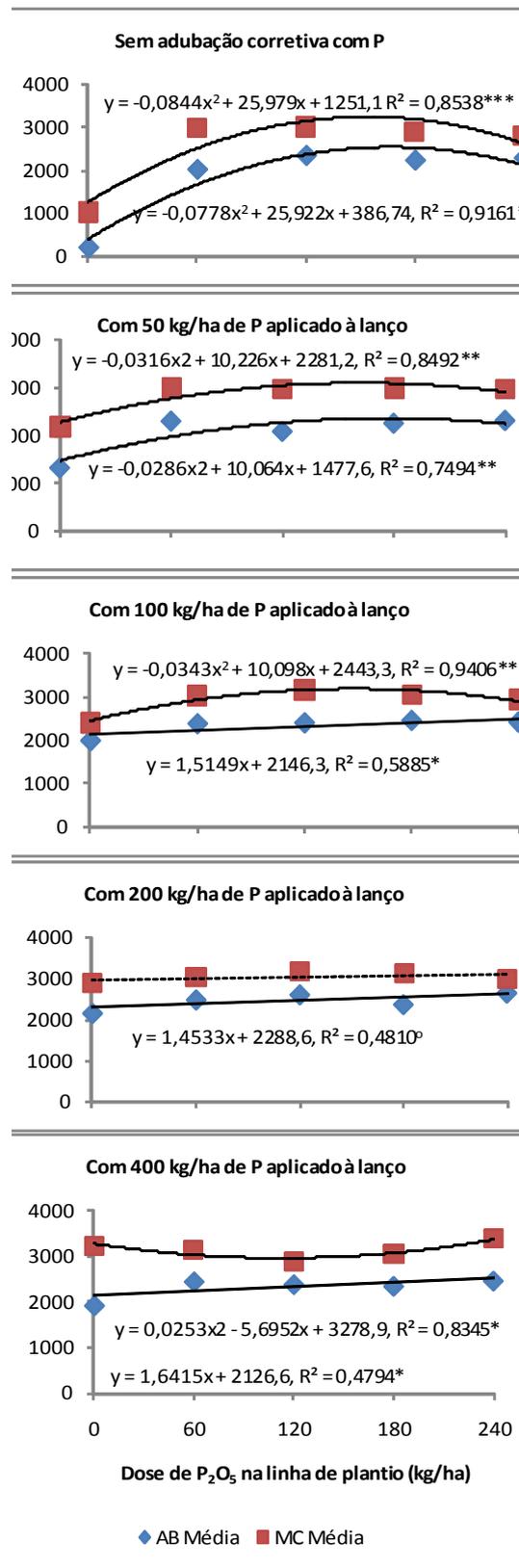


Figura 12. Produção de algodão em caroço em função de doses de fósforo na linha de plantio, em diferentes taxas de adubação de correção, em dois campos experimentais (Água Boa – AB; e Monte Cristo – MC), no cerrado de Roraima. Médias das safras 2007 e 2008.

Tabela 22. Recomendação de adubação de manutenção anual com fósforo, aplicada na linha de plantio, para o algodoeiro em dois solos arenosos e argiloso do cerrado de Roraima

P disponível	Dose recomendada	Produtividade estimada
mg/dm ³	----- kg/ha -----	
Latossolo Amarelo, 20 dag/kg de argila, CEAB		
0,0 – 0,9*	144	2506
0,9 – 4,2	114	2253
4,2 – 5,3	60	2328
5,3 – 18,7	30**	2463
> 18,7	0	2372
Latossolo Vermelho, 34 dag/kg de argila, CEMC		
0,0 – 1,0*	133	3213
1,0 – 1,5	106	3009
1,5 – 1,8	95	3095
1,8 – 3,1	60	3047
3,2 – 8,0	30**	3142
> 8,0	0	3034

Obs.: * O limite superior é a média de P disponível alcançada com as doses corretivas de 0, 50, 100, 200 e 400 kg/ha de P₂O₅, respectivamente. **Dose de reposição de P exportado da área.

ADUBAÇÃO COM POTÁSSIO

- Adubação corretiva em área total, com K aplicado a lanço no pré-plantio

Os teores de K disponível foram mais intensamente modificados pela aplicação na linha de plantio e coberturas, como feito na adubação de manutenção (KM), do que na adubação corretiva (KC), feita a lanço, em ambos os solos estudados (Figura 13A e B). No CEAB, os interceptos das diferentes equações lineares ajustadas estimaram o teor inicial no solo em 5,7, 13,4, 20,7, 26,7 e 33,4 mg/dm³ de K disponível (Figura 13A), e no CEMC, em 5,3, 19,4, 52,1, 67,5 e 87,5 mg/dm³, respectivamente (Figura 13B), para as doses de 0, 75, 150, 225 e 300 kg/ha de K₂O, respectivamente, aplicados na adubação corretiva. Isto mostra que tanto o Latossolo Vermelho tem maior capacidade de acumular K na forma trocável, como o Latossolo Amarelo tem maior potencial de lixiviação do K aplicado.

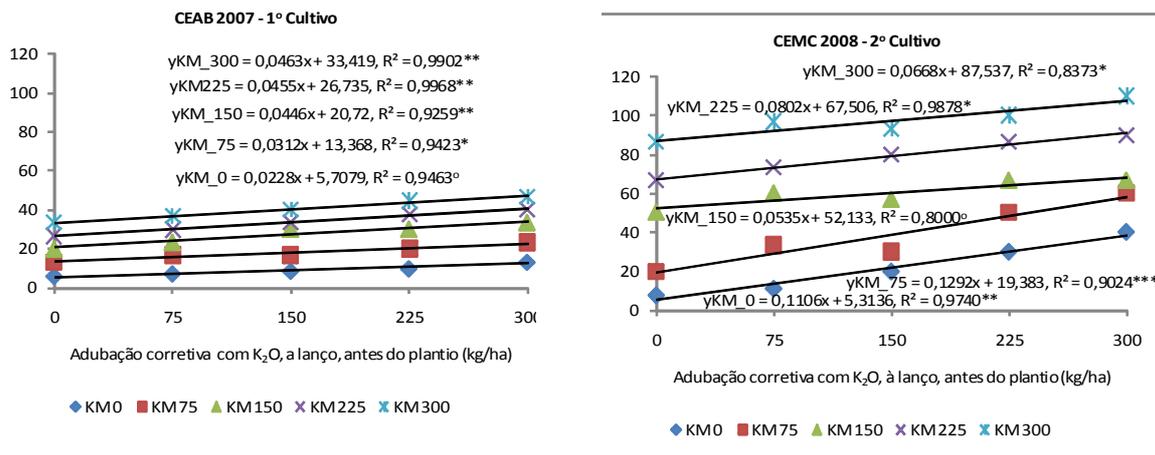


Figura 13. Teor de K disponível, extraído por Mehlich-1, em função da adubação potássica corretiva, a lanço e incorporado, nos Campos Experimentais de Água Boa (CEAB, Fig. A, ano 2007) e Monte Cristo (CEMC, Fig. B, ano 2008) no cerrado de Roraima. Boa Vista, RR.

A taxa de acréscimo nos teores de K disponível foi baixa nos dois solos, quando a adubação corretiva, a lanço, foi efetuada no pré-plantio. Assim, no CEAB, o acréscimo foi de 2,2, 3,1, 4,4, 4,5 e 4,6 mg/dm³ de K para cada 100 kg/ha de K₂O aplicado (Figura 13A); já no CEMC, o acréscimo foi de 11,1, 12,9, 5,4, 8,0 e 6,7 mg/dm³, respectivamente (Figura 13B), para as adubações corretivas feitas nos diferentes patamares de fertilidade criadas pela adubação de manutenção. É importante lembrar que os resultados apresentados na análise de solo feita no CEAB foi feita após um cultivo, enquanto no CEMC, após os dois cultivos previstos no projeto. Assim, é possível que parte da diferença na acumulação de K, especialmente nos diferentes patamares de KM, seja também devido ao uso da adubação de manutenção em dois anos consecutivos no CEMC. A adubação corretiva foi efetuada apenas no primeiro cultivo e, mesmo assim, o CEMC chegou a acumular até 38 mg/dm³ de K disponível no final da segunda safra. No CEAB, no final do primeiro cultivo, esse teor chegou a apenas 12,6 mg/dm³. A forte extração de K pelo algodoeiro e a alta lixiviação do nutriente na área podem ser os motivos que explicam esse fato. Redução nos teores de potássio com os anos de cultivo foram também observados por Vilela et al. (2004) e Silva (1999). A aplicação a lanço de potássio durante a fase de crescimento da planta, a partir dos 15 dias após a emergência (dae) e em cobertura aos 30 e 45 dias (dae) tem sido recomendado para aumentar a eficiência de uso do nutriente pela cultura.

Em geral, a potassagem corretiva tem baixa capacidade de elevar os teores de K disponível.

A adubação corretiva com K, feita a lanço antes do plantio, aumentou linearmente a produtividade do algodoeiro, em ambos os campos e anos estudados. Entretanto, somente

doses iguais ou superiores a 300 kg/ha de K_2O permitem o alcance dos patamares de produtividades obtidos com uso de adubação de manutenção.

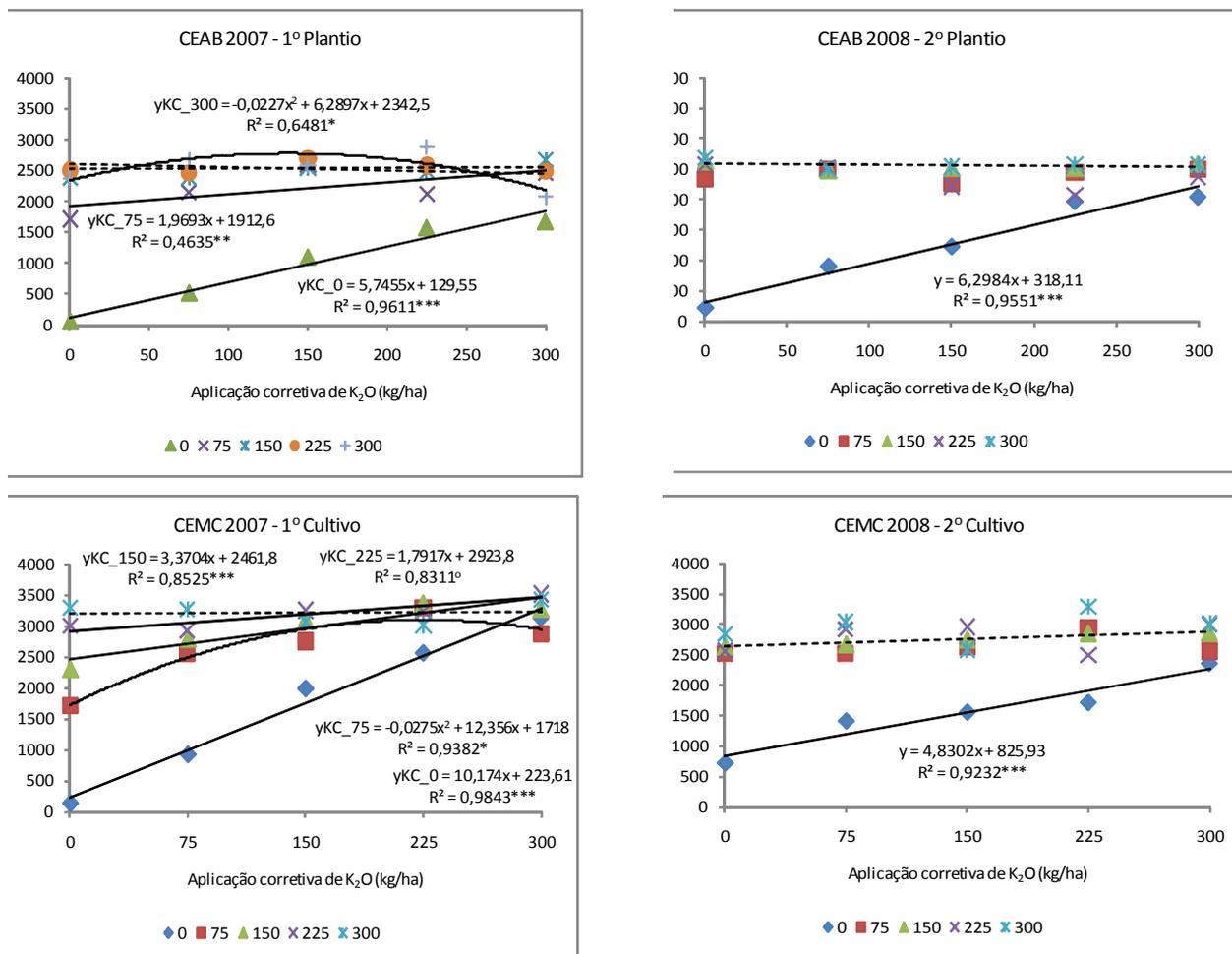


Figura 14. Produção de algodão em caroço, em dois cultivos sucessivos, em função da adubação corretiva e de manutenção em Latossolo Amarelo textura média do C.E. Água Boa (CEAB) e em Latossolo Vermelho, textura argilosa, do C. E. Monte Cristo (CEMC), no cerrado de Roraima. Boa Vista, RR, 2009.

Considerando um valor de mercado de R\$ 0,99/kg de algodão em caroço e um custo de R\$ 2,07/kg de Cloreto de Potássio (60% de K_2O), tem-se uma relação insumo/produto de 3,4848. Igualando-se esse valor à primeira derivada das equações quadráticas ajustadas na Figura 14A e C), é possível calcular as doses de máxima eficiência econômica.

No CEAB, a adubação corretiva sozinha gera uma renda adicional de R\$ 5,68 e 6,24/kg de K_2O , nos dois cultivos executados, sendo viável sua aplicação até a maior dose testada. Entretanto, a aplicação de 75 kg/ha de K_2O na adubação corretiva + 75 kg/ha de K_2O na adubação de manutenção permite a obtenção da melhor produtividade com mínimo uso de insumo.

No CEMC, a adubação corretiva sozinha permite um retorno de R\$ 10,07 e 4,78/kg de K_2O , nos dois cultivos executados, sendo viável sua aplicação até a maior dose testada.

Entretanto, a aplicação de 163 kg/ha de K₂O na adubação corretiva + 75 kg/ha de K₂O na adubação de manutenção permite a obtenção de boa produtividade.

Tabela 23. Recomendação de adubação corretiva a lanço, no primeiro ano, em função dos teores iniciais no solo de cerrado de Roraima (ou uso de adubação de manutenção na linha em solos virgens) para o cultivo do algodoeiro.

	CEAB*		CEMC	
	K disponível	KC	K disponível	KC
kg/ha	mg/dm ³	kg/ha	mg/dm ³	kg/ha
0	0 a 6	300,0	0 a 8	300,0
75	6 a 13	150,0	8 a 50	160,0
150	13 a 26	75,0	50 a 67	80,0
225	26 a 33	60,0	67 a 87	40,0
300	> 33	0,0	> 87	0,0

Obs.: CEAB, campo experimental Água Boa, com Latossolo Amarelo e CTCt de 3,3 cmol_c/dm³; CEMC, Campo Experimental Monte Cristo, com Latossolo Vermelho, CTCt de 4,5 cmol_c/dm³. KM, adubação de manutenção de K posto na linha de plantio e em cobertura; KC, adubação corretiva de K, feita a lanço.

Em geral, o uso de adubação a lanço é menos efetiva do que a adubação feita na linha de plantio e parcelada em cobertura. As doses econômicas necessárias para se atingir os patamares de produtividade de 2.500 e 3.000 kg/ha nos CEAB e CEMC, respectivamente, no primeiro ano de plantio podem ser vistas na tabela 2. Em geral, solos que receberam doses de K₂O superiores a 225 kg/ha ou têm teor de K disponível superior a 33 e 67 mg/dm³ nos CEAB e CEMC, respectivamente, necessitam de menos de 60 kg/ha de K₂O para atingirem os maiores patamares previstos de produtividade.

Em ambos os campos experimentais, a adubação corretiva bem feita torna possível o cultivo do algodoeiro com uso de adubação de manutenção de apenas 75 kg/ha de K₂O anualmente. Entretanto, é possível que o uso de variedades com maior potencial produtivo altere essa necessidade de K, sendo importante ficar atento ao nível de produtividade e aumentar a dose de reposição em 22 kg de K₂O/ha/t de algodão em caroço produzida, para cada tonelada adicional de algodão produzida na área, como recomendado por Ferreira e Carvalho (2005).

- Adubação de manutenção com potássio, feita na linha de plantio e em cobertura

Os teores de K disponível foram mais fortemente modificados pela aplicação na linha de plantio e coberturas, como feito na adubação de manutenção (KM), do que na adubação corretiva (KC), em ambos os solos estudados (Figura 15A e B). No CEAB, os interceptos das diferentes equações lineares ajustadas estimaram o teor inicial no solo em 6,3, 8,5, 9,9, 11,1 e 14,7 mg/dm³ de K disponível (Figura 15A), e no CEMC, em 5,5, 12,8, 16,7, 31,4 e 39,4

mg/dm³, respectivamente (Figura 15B), para as doses de 0, 75, 150, 225 e 300 kg/ha de K₂O aplicadas a lanço no pré-plantio, respectivamente. Desta forma, apesar da pequena amplitude de variação observada, o Latossolo Vermelho, do CEMC, tem maior capacidade de acumular K na forma trocável do que o Latossolo Amarelo, do CEAB, que possivelmente tem maior lixiviação de K.

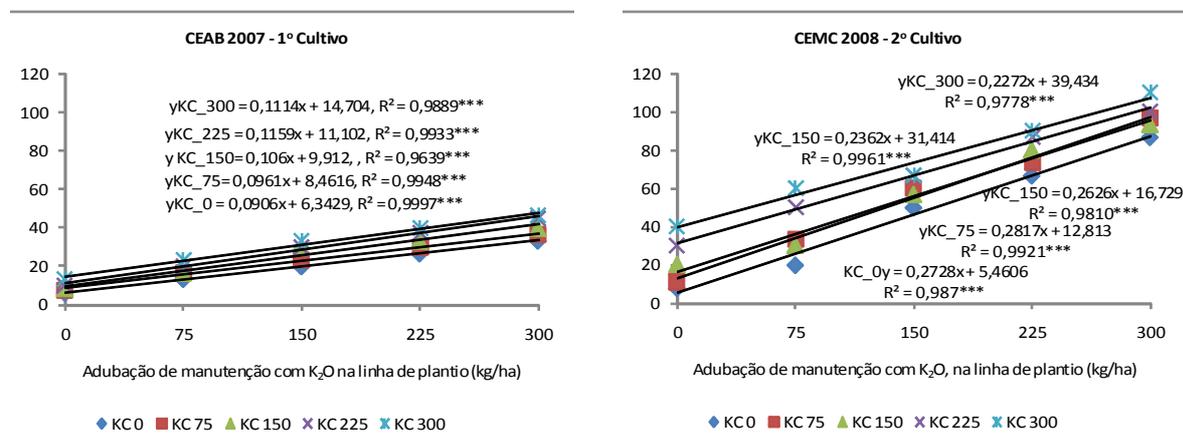


Figura 15. Teor de K disponível em função da adubação potássica de manutenção nos Campos Experimentais de Água Boa (CEAB, Fig. A, safra 2007) e Monte Cristo (CEMC, Fig. B, safra 2008) no cerrado de Roraima. Boa Vista, RR.

A taxa de acréscimo nos teores de K disponível, medida no final do ciclo, foi mais de duas vezes maior no CEMC, quando comparada a CEAB. Neste, a taxa foi de 9,1, 9,6, 10,6, 11,6 e 11,1 mg/dm³ de K para cada 100 kg/ha de K₂O aplicado na adubação de manutenção (Figura 15A); já no CEMC, o acréscimo observado foi de 27,3, 28,2, 26,3, 23,6 e 22,7 mg/dm³, respectivamente (Figura 15B), para as adubações de manutenção feitas nos diferentes patamares de fertilidade criadas pelas adubações de correção. Assim, a adubação de manutenção feita na linha e em cobertura aumenta fortemente o teor disponível de K e pode melhorar o estado nutricional do algodoeiro, especialmente no CEMC, devido a maior capacidade de acúmulo de nutriente no solo.

Considerando um valor de mercado de R\$ 0,99/kg de algodão em caroço e um custo de R\$ 2,07/kg de Cloreto de Potássio (60% de K₂O), tem-se uma relação insumo/produto de 3,4848. Igualando-se esse valor à primeira derivada das equações quadráticas ajustadas na Figura 16A a D), é possível calcular as doses de máxima eficiência econômica.

No CEAB, é necessária uma adubação de manutenção de 190 e 180 kg/ha de K₂O para obter produtividades superiores a 2.500 kg/ha de algodão em caroço, nas condições de fertilidade do cerrado nativo e sem potassagem (Figura 16A e B, Tabela 23), nos dois primeiros anos de

cultivo. Entretanto, no CEMC são necessárias as aplicações de 260 e 190 kg/ha, respectivamente, para alcançar 3.000 kg/ha de algodão em caroço.

Em solos de maior fertilidade média ou com o uso de doses crescentes de adubação corretiva é possível obter o mesmo patamar de produtividade variando as dosagens de K_2O aplicadas da linha de plantio e cobertura parcelada de 160 a 75 kg/ha, no primeiro ano, e de 150 a 75 kg/ha, no segundo ano, respectivamente, à medida que se eleva a quantidade de K posta na adubação corretiva (Tabela 23). Valores ligeiramente acima são necessários no CEMC.

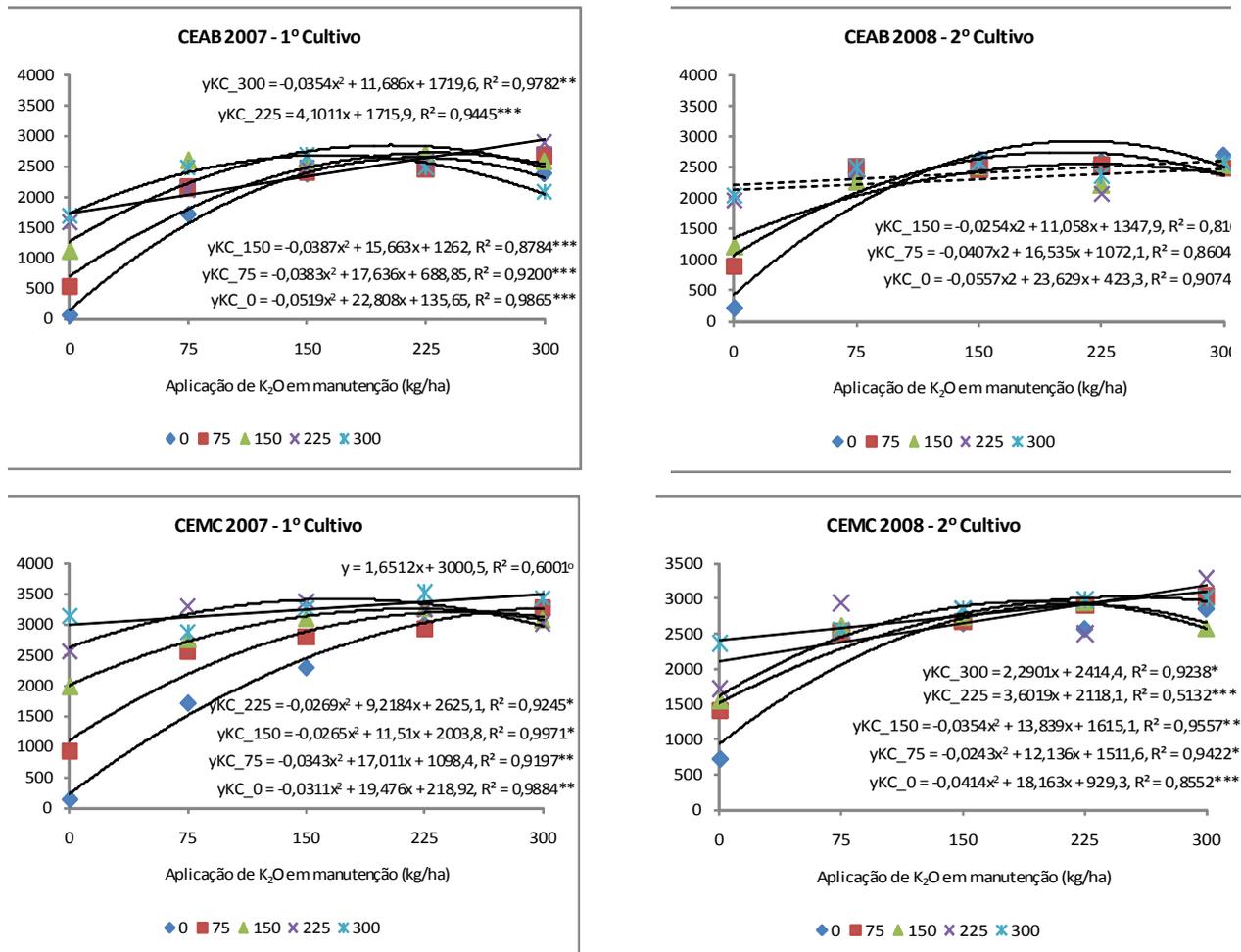


Figura 16. Produção de algodão em caroço, em dois cultivos sucessivos, em função da adubação de manutenção com potássio em diferentes níveis de adubação corretiva em Latossolo Amarelo textura média do C.E. Água Boa (CEAB) e em Latossolo Vermelho, textura argilosa, do C. E. Monte Cristo (CEMC), no cerrado de Roraima. Boa Vista, RR, 2009.

A alta demanda de potássio do algodoeiro e, possivelmente, a forte lixiviação do nutriente do solo, tornam necessárias a aplicação de grandes doses de K_2O ao longo do tempo para manter níveis elevados de produtividade. As faixas de fertilidade determinada para cada dose recomendada na manutenção são muito estreitas quando comparadas com a usada em outras

regiões, onde valores de 0 a 30, 30 a 60, 60 a 90 e > 90 mg/dm³ são comumente usadas. Provavelmente, é necessário ampliar o número de pontos de pesquisa para permitir a medição da resposta da planta em faixas mais amplas de fertilidade em potássio nos solos de Roraima para tornar mais consistente a recomendação apresentada.

Tabela 23. Recomendação de adubação de manutenção com potássio (KM), no primeiro (DKM1A) e no segundo ano (DKM2A), em função do K disponível no solo de cerrado de Roraima (ou uso de adubação corretiva, KC, a lanço em solos virgens) para o cultivo do algodoeiro, para patamar de produtividade de 2.500 kg/ha, no Campo Experimental Água Boa (CEAB), e 3.000 kg/ha de algodão em caroço, no Campo Experimental Monte Cristo. (CEMC) Boa Vista, RR, 2009.

KC	CEAB			CEMC		
	K disp.	DKM1A	DKM2A	K disp.	DKM1A	DKM2A
0	0 a 7	190,0	180	0 a 8	260	180
75	7 a 10	160,0	150	8 a 20	200	180
150	10 a 14	135,0	120	20 a 30	150	145
225	10 a 14	115,0	75	30 a 40	105	100
300	> 14	75,0	75	> 40	75	75

Obs.: CEAB, com Latossolo Amarelo e CTCt de 3,3 cmol_c/dm³; CEMC, com Latossolo Vermelho, CTCt de 4,5 cmol_c/dm³.

As diferentes classes de fertilidade geradas nos dois solos estudados pela aplicação de doses crescentes a lanço de K₂O e os diferentes patamares de produtividade alcançados mostram que fatores ligados ao potencial produtivo da planta (como a produtividade esperada) e a CTC a pH 7,0 do solo deve ser observada no dimensionamento da dose mais adequada de potássio para essa cultura, como já é feito no estado de São Paulo (RAIJ et al., 1996) e recomendado para a cultura no cerrado (CARVALHO et al., 2007).

CONCLUSÕES

No cerrado de Roraima, a calagem do algodoeiro deve ser feita com vista a alcançar pH 5,8, saturação por bases de 50%, teores de Ca²⁺ de 1,5 cmol_c/dm³, de Mg²⁺ de 0,6 cmol_c/dm³, de Al³⁺ < 0,2 cmol_c/dm³ e saturação por alumínio < 10%. Para tanto, foram necessários doses de calcário (PRNT 100%) de 2,26 t/ha no CEAB e 2,69 t/ha no CEMC.

Somente em solos com teores de Ca < 0,5 cmol_c/dm³, teor trocável de Al³⁺ > 0,3 cmol_c/dm³ e saturação por Al > 20% há resposta econômica à aplicação de gesso. A necessidade de

gesso (NG, t/ha) a ser aplicada na correção inicial do solo pode ser calculada pela fórmula: $NG \text{ (t/ha)} = 55 \times \text{dag/kg de argila (média dos teores nas camadas 20 a 40 e 40 a 60 cm)}$.

Somente no CEAB houve resposta econômica à gessagem, sendo indicada a dose de 1,6 t/ha de gesso agrícola. Em ambos os solos estudados a falta de enxofre provocou deficiência foliar.

As produtividades mais econômicas são obtidas com o uso de 142 a 176 kg/ha de N, aplicando-se 20 kg/ha no plantio e o restante parcelado em doses iguais aos 25 e 45 dae.

A aplicação de cloreto de mepiquat é efetivo no controle do crescimento do algodoeiro e deve ser usado 50 a 100 g/ha, aplicando-se 20, 30 e 50 % da dose aos 30, 50 e 70 dae.

A adubação corretiva com fósforo é necessária para o cultivo do algodoeiro, sendo necessário aplicar 229,4 e 273,5 kg/ha nos CEAB e CEMC, respectivamente, para obtenção da melhor produtividade, sem uso de adubação adicional na linha de plantio. Alternativamente, é possível aplicar 174,1 e 162,2 kg/ha na adubação corretiva e colocar uma porção adicional de 56 e 111 kg/ha nos CEAB e CEMC, respectivamente, na linha de plantio.

Em condições de cerrado nativo, se não for efetuada adubação corretiva, o uso de 150 kg/ha de P_2O_5 na linha de plantio permite a obtenção da máxima produtividade econômica em ambos os campos estudados.

A longo prazo, os teores de P disponível (Mehlich-1) devem ser elevados para valores acima de 18,7 mg/dm^3 no Latossolo Amarelo, textura franco-arenosa, do CEAB, e de 8,0 mg/dm^3 no Latossolo Vermelho distrófico do CEMC, para que se possa cultivar o algodoeiro com aplicação apenas de dose de reposição em fósforo (30 a 60 kg/ha/ano de P_2O_5).

Doses corretivas de potássio, feitas a lanço em pré-plantio, são menos efetivas que as doses postas na linha de plantio, parceladas em duas coberturas aos 25 e 45 dae.

Em condição de solo nativo, o uso de 300 kg/ha de K_2O em pré-plantio permite obter o máximo de produtividade no primeiro ano sem necessidade de adubação complementar em linha ou em cobertura. No entanto, no CEAB o uso de 75 kg/ha na adubação corretiva associada com 75 kg/ha de K_2O na linha de plantio, parceladas aos 25 e 45 dae, permite obter igual produtividade. No CEMC, a correção com 163 kg/ha de K_2O associada com adubação na linha ou em cobertura parcelada adicional de 75 kg/ha, permite obter a mesma produtividade de forma mais econômica.

Em Latossolo Amarelo, textura franco-arenosa, com teor de K disponível superior a 33 mg/dm^3 e em Latossolo Vermelho, textura franco-argilosa, com mais de 67 mg/dm^3 é muito baixa a probabilidade de resposta à adubação potássica para produzir até 2.500 e 3.000 kg/ha de algodão em caroço, respectivamente. Neste caso, o uso de 60 kg/ha de K_2O na linha de plantio é mais eficiente para manter a produtividade.

Na ausência de adubação corretiva, a aplicação de 190 e 180 kg/ha de K_2O no CEAB e de 260 e 190 kg/ha no CEMC é suficiente para obtenção de produtividades de 2.500 e 3.000 kg/ha de algodão em caroço nos dois primeiros anos de cultivo, respectivamente.

À medida que a fertilidade se eleva pelos cultivos sucessivos ou pela adubação corretiva é possível reduzir a adubação na linha de plantio para doses inferiores a 75 kg/ha/ano de K_2O .

As doses de cloreto de mepiquat e a variação no espaçamento e densidade de plantio não afetam a qualidade da fibra produzida. No entanto, a acidez superficial e subsuperficial e as deficiências de N, P e K provocam sérias perdas na qualidade da fibra, afetando diversos componentes de sua qualidade tecnológica. Não obstante, quando essas deficiências são corrigidas adequadamente, é possível produzir fibras de excelente qualidade nos solos do Cerrado de Roraima.

RECOMENDAÇÕES

Os solos do cerrado de Roraima são adequados para o cultivo do algodoeiro, desde que sejam corrigidas sua acidez e seus teores de nutrientes. Essas correções devem ser feitas com base na análise do solo, que deve ser amostrado inicialmente até os 60 cm de profundidade.

Para um alvo de produtividade de 3.000 kg/ha de algodão em caroço, em solo ainda não incorporado ao processo agrícola, é recomendável:

- Fazer calagem visando alcançar 50% de saturação por bases. Para solos mais arenosos, com menos de 20% de argila, é recomendável a elevação de $Ca + Mg$ trocáveis para $2,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$. Para locais onde não for possível fazer análise de solo, o uso de 1,5, 2,0 e 2,5 t/ha de calcário dolomítico (PRNT > 90%, como os produzidos na Venezuela), para solos de textura arenosa, média e argilosa, respectivamente, pode ser efetivo na correção do solo para o algodoeiro.
- Se possível, fazer gessagem. Aplicar a quantidade calculada com base na fórmula: $NG(\text{t/ha}) = 55 * \text{dag/kg de argila}$. Em local, onde não for possível fazer análise de solo, pode-se aplicar 0,5 t/ha de gesso nos solos arenosos e 1,0 t/ha naqueles de texturas médias e argilosa.
- A aplicação de 140 kg/ha de N é necessário para obter o máximo de produtividade do algodoeiro. Deve ser aplicado 20 kg/ha de N no plantio e o restante parcelado em partes iguais aos 25 e 45 dias após a emergência.

- O uso de 144 kg/ha de P_2O_5 na linha de plantio, nos solos mais argilosos, e de 133, nos solos mais arenosos, no primeiro ano de cultivo, é a adubação fosfatada mais econômica.
- A adubação potássica mais vantajosa é a aplicação de 190 kg/ha de K_2O , na linha de plantio e em duas coberturas no solo de textura mais arenosa; no solo mais argiloso, no primeiro ano, a aplicação de 75 kg/ha de K_2O a lanço no pré-plantio, mais 160 kg/ha na linha de plantio e parcelado em duas aplicações, aos 25 e 45 dae. Não aplicar mais de 60 kg/ha de K_2O na linha de plantio, parcelando o restante em duas doses iguais.
- O algodoeiro é exigente em boro (3 kg/ha) e os solos de Roraima são pobres em micronutrientes. Assim, a aplicação de 25 a 50 kg/ha de FTE e 17 kg/ha/ano de ácido bórico é indispensável.
- A cultura é sensível a competição com ervas-daninhas e ao ataque de pragas e doenças, cujos manejos devem ser bem feitos para não comprometerem a produtividade da lavoura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L. R.; BRUNO, R. L. A.; BRUNO, G. B. Comportamento de cultivares de algodão herbáceo em diferentes arranjos populacionais. I. Características de fibra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia,. **Anais...** Goiânia: ABRAPA, 2003.

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J.; NÓBREGA, L. B. da. Manejo cultural. In: BELTRÃO, N. E. de M. (Org.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para a Transferência de Tecnologia, 1999. v.2, p.509-551.

CARVALHO, M. da C. S.; FERREIRA, G. B.; STAUT, L. A. Nutrição, calagem e adubação do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2007. p.581- 647.

CARVALHO, M. da C.S.; BERNARDI, A. C. de C.; FERREIRA, G. B. O potássio na cultura do algodoeiro. In: YAMADA, T. ; ROBERTS, T.L.(ed.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2005. p.343-403.

CARVALHO, O. S.; SILVA, O. R. R. F. da; MEDEIROS, J. da C. Adubação e Calagem. In: BELTRÃO, N. E. de M. (Org.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para a Transferência de Tecnologia, 1999. p.173-229.

CERETA, C. A. Dinâmica do nitrogênio em sistemas de produção na região sul do Brasil. In: WORKSHOP NITROGÊNIO NA SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 2000. **Anais...** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000. p.32-50.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; MOREIRA, M. S.; BALLAMINUT, C. E.; NICOLAI, M. Manejo de plantas daninhas na cultura do algodão. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: ABRAPA, 2007. p.523-550.

CIA, E.; ALLEONI, L. R. F.; FERRAZ, C. A. M.; FUZATO, M. G. Densidade de plantio associada ao uso de regulador de crescimento na cultura do algodoeiro. **Bragantia**, Campinas, v.55, n.2, p.309-316, 1996.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quarto levantamento, janeiro 2010**. Brasília: Conab, 2010. 39p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/4graos_07.01.10.pdf> Acessado em: 18 jan. 2010.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).

FERREIRA, G. B. ; SANTOS, F. C. dos ; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de ; SILVA FILHO, J. L. da ; CARVALHO, M. da C. S. ; BARBOSA, C. A. da S. ; OLIVEIRA FILHO, B. S. ; BRUNERA, P. ; BREDAS, C. E. **Dinâmica dos nutrientes no solo, crescimento, estado nutricional, produção e qualidade da fibra do algodoeiro submetido a diferentes doses e frequência de aplicação de gesso, no Oeste da Bahia**. Barreiras, BA: Círculo Verde Assessoria Agronômica & Pesquisa, 2009. (Comunicado Técnico)

FERREIRA, G. B. ; SANTOS, F. C. dos ; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de ; SILVA FILHO, J. L. da ; CARVALHO, M. da C. S. ; BARBOSA, C. A. da S. ; OLIVEIRA FILHO, B. S. ; BRUNERA, P. ; BREDAS, C. E. **Pesquisa com gesso agrícola para o algodoeiro no Oeste da Bahia, sob sistema plantio convencional**. Luis Eduardo Magalhães, BA: Círculo Verde Assessoria Agronômica & Pesquisa, 2008. (Comunicado Técnico, 02).

FERREIRA, G. B.; SEVERINO, G. B.; SILVA FILHO, J. L. da. Aperfeiçoamento da tecnologia de manejo e adubação do algodoeiro no Oeste da Bahia. In: SILVA FILHO, J. L.; PEDROSA, M. B. (Coord.). **Resultados de pesquisa com a cultura do algodão na Bahia, safra 2003/2004**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. p.32-80. (Embrapa Algodão. Documentos, 133).

FERREIRA, G. B.; CARVALHO, M.C. S. **Adubação do algodoeiro no cerrado: com resultados de pesquisa em Goiás e Bahia**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 47p. (Embrapa Algodão. Documentos, 138).

FERREIRA, G. B.; SEVERINO, L. S., SILVA FILHO, J. L. da. Aprimoramento da adubação e do manejo cultural do algodoeiro na Bahia. In: SILVA FILHO, J. L. da; PEDROSA, M. B.; SANTOS, J. B. dos. **Pesquisas realizadas com algodoeiro na Bahia, safra 2004/2005**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. p.25-79. (Embrapa Algodão. Documentos, 146).

FERREIRA, G. B.; SMIDERLE, O. J. **A cultura do algodão em Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2008. 22 p. (Embrapa Roraima. Documentos, 09).

FERREIRA, I. L.; FREIRE, E. C. Industrialização da pluma. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: ABRAPA, 2007. p.871-887.

FREIRE, E. C. **O algodão no cerrado**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1998. 29 p. (EMBRAPA-CNPA. Documentos, 57).

JCO ASSESSORIA AGRONÔMICA. **Necessidade de correção do perfil do solo**. Experiência do Oeste da Bahia. Barreiras, 2007. (Folders de divulgação).

LAMAS, F. M. Reguladores de crescimento, desfolhantes e maturadores. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: ABRAPA, 2007. p.689-703.

LOPES, A. S. **Solos sob "cerrado"**: características, propriedades e manejo. 2 ed. Piracicaba: POTAFOS, 1984. 162 p.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Solos sob cerrado**: manejo da fertilidade para a produção agropecuária. 2 ed. São Paulo: ANDA, 1994. 62 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de calagem e adubação das principais culturas**. São Paulo: Ceres, 1987. p.151-178.

MEDEIROS, J. da C.; MENDONÇA, F. A.; ORDOÑES, A. P. Efeito da adubação nitrogenada e de regulador de crescimento em algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3.,

2001, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: UFMS; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p.475-477.

MELO, V. F.; GIANLUPPI, D.; UCHÔA, S. C. P. **Características edafológicas dos solos do estado de Roraima**. Boa Vista: DSI/UFRR, 2004. 46p.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: DPS/UFV, 1999. 399 p.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: IAC, 1996. 285 p.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.

REICHARDT, K. Como superar o veranico no cerrado. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v.32, p. 1-2, 1985.

RITCHEY, K. D.; SOUSA, D. M. G. de. Use of gypsum in management of subsoil acidity in oxisols. In: MONIZ, A. C.; FURLANI, A. M. C; SCHAEFFERT, R. E.; FAGERIA, N. K.; ROSOLEM, C. A.; CANTARELLA, H. **Plant-soil interactions at low pH: sustainable agriculture and forestry production**. Campinas/Viçosa: SBCS, 1997. p.165-178.

ROSOLEM, C. A. Problemas em nutrição mineral, calagem e adubação do algodoeiro. **Informações Agronômicas**, POTAFOS, n.95, p.10-17, 2001. (Encarte Técnico).

SANTOS, E. J. dos. Manejo das pragas do algodão com destaque para o cerrado brasileiro. In: FREIRE, E.C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: ABRAPA, 2007. p.403-478.

SANTOS, F. C. dos ; COSTA, R. V. da ; FERREIRA, G. B. ; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de ; BREDAS, C. E. ; MERLIN, A. ; SILVA FILHO, J. L. da ; PEDROSA, M. B.; SANTOS, J. B. dos. Efeito do uso de gesso na produtividade do algodoeiro e na dinâmica de macronutrientes em solos de textura arenosa do cerrado do oeste baiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 6., 2007, Uberlândia. **O algodão como oportunidade de negócios**. Uberlândia: AMIPA, ABRAPA, EMBRAPA ALGODÃO, 2007.

SEVERINO, L. S.; SILVA FILHO, J. L.; SANTOS, J. B. População de plantio de algodão para o oeste baiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4.,2003, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2003.

SILVA, N. M. Nutrição Mineral e Adubação do Algodoeiro no Brasil. In: CIA, E., FREIRE, E. C. e SANTOS, W. J. dos. **Cultura do Algodoeiro**. Piracicaba: Potafos, 1999.

SILVA, N. M., CARVALHO, L. H., CIA, E. Estudo do parcelamento da adubação potássica do algodoeiro. **Bragantia**, v.43, p.111-124, 1984.

SMIDERLE, O. J.; FERREIRA, G. B. ; MATTIONI, J. A. M. **Plantio Adensado de Algodão no Cerrado de Roraima: Safras 2005 e 2006**. Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2007. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 23).

SOUSA, D. M. G. de; RITCHEY, K. D. Correção da acidez subsuperficial: uso de gesso no solo de cerrado. In: DECHEN, A. R.; CARMELLO, Q. A. C. de. (ed.). **Simpósio Avançado de Química e Fertilidade do Solo**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 91-113.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Correção da acidez do solo. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.89-96.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E.; REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.147-168.

SOUSA, D. M. G., MIRANDA, L. N., LOBATO, E. Métodos para determinar necessidades de calagem em solos dos cerrados. **R. Bras. Ci. Solo**, v.13, p.193-198, 1989.

SOUZA, F. S. de; ROSOLEM, C. A. Rainfall intensity and mepiquat chloride persistence in cotton. **Sci. Agric.**, v.64, n.2, p.125-130, 2007.

STAUT, L. A., KURIHARA, C. H. Calagem, nutrição e adubação. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. **Algodão: Informações técnicas**. Dourados: Embrapa-CPAO, 1998. 267p. (Embrapa -CPAO. Circulação Técnica, 7).

SUASSUNA, N. D.; COUTINHO, W. M. Manejo das principais doenças do algodoeiro no cerrado brasileiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: ABRAPA, 2007. p.479-521.

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRG, 1985. 188 p. (Bol. Técnico de Solos, 5).

TEIXEIRA, I. R.; KIKUTI, H.; BORÉM, A. Crescimento e produtividade de algodoeiro submetido a cloreto de mepiquat e doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.4, p.891-897, 2008.

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

VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. de; SILVA, J. E. da. Adubação potássica. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.169-184.

WOLF, J. M. **Water constraints to corn production in Central Brazil**. 1975.Unpublished. Thesis (Ph.D) - Dept. of Agronomy, Cornell Univ., Ithaca, New York, University Microfilms, Inc., Ann Arbor, Mich.

Embrapa

Roraima

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

