

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

GABRIEL CANELLO CENCI

PARÂMETROS AGRONÔMICOS DO ALGODOEIRO EM FUNÇÃO DE DOSES DE
CALCÁRIO E ADUBO

Monte Carmelo
2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
GABRIEL CANELLO CENCI

PARÂMETROS AGRONÔMICOS DO ALGODOEIRO EM FUNÇÃO DE DOSES DE
CALCÁRIO E ADUBO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de
Agronomia da Universidade Federal de
Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo, como
requisito necessário para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Gleice Aparecida de
Assis

Monte Carmelo
2025

GABRIEL CANELLO CENCI

PARÂMETROS AGRONÔMICOS DO ALGODOEIRO EM FUNÇÃO DE DOSES DE
CALCÁRIO E ADUBO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de
Agronomia da Universidade Federal de
Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo, como
requisito necessário para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Gleice Aparecida de
Assis

Monte Carmelo, 20 de março de 2025.

Banca Examinadora

Prof.^a Dr.^a Gleice Aparecida de Assis
Orientadora

Prof. Dr. Enio Tarso de Souza Costa
Membro da Banca

Prof.^a Dr.^a Franscinely Aparecida de Assis
Membro da Banca

Monte Carmelo
2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela oportunidade, saúde e persistência para superar todos os desafios que encontrei ao longo dessa jornada.

Aos meus pais Fabiane Canello Cenci e Cesar Cenci pela paciência, apoio e incentivo nos momentos difíceis ao longo dessa caminhada, e para toda a vida.

A minha orientadora Prof.^a Dra. Gleice Aparecida de Assis, pela amizade, profissionalismo, paciência e contribuição para o meu desenvolvimento pessoal e profissional durante esses anos.

A todos funcionários, em específico o Sr. Bene que sempre esteve de prontidão quando foi necessária sua ajuda.

A todos meus colegas e amigos que de alguma forma, contribuíram e auxiliaram na condução do projeto.

Aos professores, técnicos e servidores da Universidade Federal de Uberlândia - *Campus Monte Carmelo*, que contribuíram de forma direta ou indireta para que fosse possível minha formação.

A todos vocês que contribuíram para a construção deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	
1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVO	7
3 REVISÃO DE LITERATURA	7
3.1 Cultura do algodoeiro	7
3.2 Calagem e adubação	9
4 MATERIAL E MÉTODOS	10
4.1 Área experimental e tratamentos	10
4. 2 Parâmetros vegetativos, produtivos e análise dos dados	15
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
6 CONCLUSÕES	16
REFERÊNCIAS	16

RESUMO

O algodoeiro (*Gossypium* spp.) é extremamente sensível à presença de alumínio no solo, portanto, a prática de calagem é necessária para que se consiga sucesso com a cultura em solos ácidos, os quais geralmente apresentam deficiências de nutrientes e limitações à produtividade. A adubação é de suma importância para suprir as necessidades do algodoeiro para que a planta expresse todo seu potencial produtivo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de calcário e adubo contendo macronutrientes primários na produtividade e parâmetros de crescimento do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) no município de Monte Carmelo – MG. O experimento foi realizado em área experimental na Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo, localizado nas coordenadas geográficas 18°22'27,36'' S e 47°52'33,5'' O e altitude de 903 m. A cultura foi irrigada com sistema de gotejamento, com emissores espaçados em 0,2 m e vazão do gotejador de 1,6 L h⁻¹. A semeadura foi realizada com a cultivar FM 944 GL no espaçamento de 0,8 m entre linhas e densidade de 11 sementes por metro linear. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, no esquema fatorial 3 x 3, totalizando 36 parcelas experimentais. Os tratamentos foram representados pela combinação de três níveis de calcário (100%, 200% e 400% da referência pelo método da elevação da saturação por bases) e três níveis de adubo (50%, 100% e 150% da referência, de acordo com a análise de solo). Foram avaliados os parâmetros: índice SPAD, diâmetro de caule das plantas (mm), altura (cm), número de maçãs e capulhos por planta e os pesos de maçãs (g) e capulho (pluma e sementes) (g) por parcela. Estes dados foram extrapolados para quilos por hectare para obtenção da produtividade em caroço. Os dados foram analisados por meio do Teste F e detectadas diferenças significativas, foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. O aumento de calcário em 400% da recomendação padrão promove incremento na altura do algodoeiro, no número de maçãs por planta e na produtividade do algodão em caroço. A adubação baseada em 100% da recomendação padrão proporciona maiores produtividades do algodão em caroço (kg ha⁻¹) em relação ao nível de 50% da adubação.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum* L., Correção do solo, Adubação, Produtividade, Cotonicultura.

ABSTRACT

The cotton plant (*Gossypium* spp.) is extremely sensitive to the presence of aluminum in the soil, so liming is necessary to achieve success with the crop in acidic soils, which generally have nutrient deficiencies and limitations to productivity. Fertilization is extremely important to meet the cotton plant's needs so that it can express its full productive potential. The objective of this study was to evaluate the effect of limestone and fertilizer doses containing primary macronutrients on the productivity and growth parameters of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in the municipality of Monte Carmelo - MG. The experiment was carried out in an experimental area at the Federal University of Uberlândia, Monte Carmelo Campus, located at geographical coordinates 18°72'27.36" S and 47°52'33.5" O and an altitude of 903m. The crop was irrigated using a drip system, with emitters spaced 0.2 m apart and a drip flow rate of 1.6 L h⁻¹. Sowing was carried with the FM 944 GL cultivar at a spacing of 0.8 m between rows and a density of 11 seeds per linear meter. The experiment was conducted in a randomized block design, with four replications, in a 3 x 3 factorial scheme, totaling 36 experimental plots. The treatments were a combination of three limestone levels (100%, 200% and 400% of the reference according to the base saturation elevation method) and three levels of fertilizer (50%, 100% and 150% of the reference, according to the soil analysis). The following parameters were evaluated: SPAD index, plant stem diameter (mm), height (cm), number of apples and tops per plant, weight of apples (g), tops (feather and seeds) per plot, and this data was extrapolated to kilos per hectare to obtain the yield in stone and feather. The data was analyzed using the F test and if significant differences were detected, the Tukey test was applied at 5% probability. Increasing the of limestone by 400% of the standard recommendation increases the height of the cotton plant, the number of apples per plant and the seed cotton yield compared to the standard recommendation of 100%. Fertilization based on 100% of the standard recommendation provides higher seed cotton productivity (kg ha⁻¹) compared to the 50% fertilization level.

KEYWORDS: *Gossypium hirsutum* L., Soil correction, Fertilization, Productivity. Cotton farming.

1 INTRODUÇÃO

O desempenho da safra de algodão 2023/2024, com produção superior a 3,7 milhões de toneladas, elevou o Brasil à posição de terceiro maior produtor mundial. O país também se tornou oficialmente o maior exportador mundial de algodão pela primeira vez na história, ultrapassando os Estados Unidos (Conab, 2024). É importante ressaltar que, para obtenção de aumentos na produtividade do algodoeiro, ou seja, para que a cultura demonstre todo o seu potencial genético, faz-se necessário condições edafoclimáticas adequadas ao longo do ciclo fenológico da cultura (Adugna *et al.*, 2016).

O algodoeiro produzido no Brasil tem alcançado altas produtividades em áreas não irrigadas, que dependem das condições pluviométricas naturais para completar seu ciclo. Aproximadamente 99% da produção nacional de algodão é proveniente do Cerrado, sendo o estado de Mato Grosso o principal produtor. Minas Gerais apresentou uma participação de 1,78% na produção total de algodão do Brasil na safra 2023/2024 (Conab, 2024), sendo Coromandel, Unai e São Romão os municípios que mais se destacam no cultivo do algodoeiro no estado (IBGE, 2023).

A nutrição da planta do algodoeiro é um dos recursos técnicos mais relevante para obtenção de elevadas produtividades (Mrojinski *et al.*, 2020). A calagem é de suma importância e deve ser feita dois a três meses antes da semeadura para que ocorram as reações de neutralização de alumínio, sendo necessário umidade no solo para que o calcário desempenhe sua função (Velooso *et al.*, 2020).

Os macronutrientes primários, nitrogênio, fósforo e potássio, são de suma importância desde o plantio até as adubações de cobertura, favorecendo o crescimento e desempenho total da planta, proporcionando elevadas produtividades e melhorando a qualidade do produto (Ronquim, 2020). Cultivares de algodão no cerrado apresentam acréscimos de produtividade à medida que os níveis de fertilidade aumentam, exibindo modelo de resposta linear com valores de incrementos superiores a 40 @ ha⁻¹, correspondente a 600 kg ha⁻¹ (Torre e Ceribeli, 2018).

Atingir uma boa qualidade da fibra e altas produtividades, acima de 300 @ ha⁻¹, são objetivos de todos os cotonicultores. Características como comprimento e resistência da fibra são muito importantes para agregar valor ao produto. Para o produtor obter um algodão com alta qualidade é importante o planejamento de correção de solo e adequada fertilização, além de inspeções semanais na lavoura para que não haja problemas com doenças e pragas, reduzindo assim a qualidade do produto e o potencial produtivo da lavoura.

A realização dessa pesquisa teve como intuito quantificar as doses de calcário e adubo contendo macronutrientes primários para implantação do algodoeiro fundamentadas no maior crescimento e produtividade da cultura nas condições do Cerrado Mineiro.

2 OBJETIVO

Avaliar o efeito de doses de calcário e adubo contendo macronutrientes primários na produtividade e parâmetros de crescimento do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) no município de Monte Carmelo – MG.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cultura do algodoeiro

O algodoeiro (*Gossypium* spp.) é uma planta perene de hábito de crescimento indeterminado, que foi domesticada para o cultivo anual. A cultura continua a crescer mesmo após a produção, desde que haja condições favoráveis de umidade e temperatura. Os genes responsáveis pelo caráter de longevidade permanecem fazendo parte do genoma da planta apesar da tentativa do homem em adaptá-la às condições de cultivo anual. Por essa razão, a planta continua produzindo os hormônios de crescimento e a emitir botões florais, sem nenhum benefício para a lavoura (Beltrão e Araújo, 2004).

É uma planta eudicotiledônea, pertencente à família das Malváceas, gênero *Gossypium*, apresentando 35 espécies diploides e seis espécies alotetraploides (Moresco, 2003). A espécie *G. hirsutum* L é uma das dez principais espécies domesticadas pelo ser humano entre mais de 230 mil espécies de plantas superiores denominadas de espermatófitas (Beltrão; Azevedo, 2008). Por ser uma cultura de ciclo indeterminado, o algodoeiro tem uma das morfologias de plantas mais complexas. A duração de seu ciclo varia de 130 dias a 170 dias, com cultivares que podem ter mais de 170 dias.

O algodoeiro tem seu ciclo dividido em quatro estádios fenológicos (Quadro 1), sendo que em cada um, há divisões nos períodos evolutivos da planta: estágio vegetativo, emissão de botões florais, florescimento e abertura dos capulhos. O estágio vegetativo V0 está relacionado ao período entre a emergência até a primeira folha verdadeira atingir comprimento da nervura principal de 2,5 cm. Quando 50% das plantas do talhão apresentam a emissão do primeiro botão floral no primeiro ramo reprodutivo, é caracterizado o estágio B1, sendo um momento importante na cultura, pois as adubações de cobertura com nitrogênio e potássio e as aplicações de reguladores de crescimento são realizadas neste momento. Quando a primeira flor do primeiro ramo reprodutivo se abre, caracteriza o estágio de florescimento (F1). E posteriormente, com o amadurecimento das maçãs e posterior abertura dos frutos, é caracterizado o estágio de capulhos. A escala do algodoeiro permite a padronização na identificação dos estádios de desenvolvimento de lavouras de algodoeiro, facilitando a orientação e a tomada de decisão no manejo da cultura (Marur e Ruano, 2004).

Quadro 1. Estádios fenológicos do algodoeiro

Estádio V	Características
V0	A primeira etapa deste estágio fenológico está relacionada ao período entre a emergência da plântula até a nervura principal da primeira folha verdadeira atingir 2,5 cm.
V1	A partir da medição anterior até que a segunda folha atinja 2,5 cm de comprimento.
V2	Período dado a partir do final do V1 até a terceira folha alcançar 2,5 cm de comprimento.
Vn	Medições aplicadas a partir do estabelecido nas etapas anteriores.
Estádio B	Características
B1	Essa fase se inicia quando há o surgimento do primeiro botão floral no primeiro ramo reprodutivo no algodoeiro.
B2	Ocorre o aparecimento do primeiro botão floral no segundo ramo frutífero.
B3	Há o surgimento do primeiro botão floral no terceiro ramo frutífero e concomitantemente ocorre a visualização do segundo botão floral no primeiro ramo frutífero.
B4-n	As medições sucessoras seguem o mesmo padrão. Após o primeiro botão abrir para a floração, é considerado o fim desse estágio.
Estádio F	Características
F1	Nessa fase, abre-se a primeira flor do primeiro ramo frutífero, dando início à floração.
F2	Dando continuidade ao processo, em F2 ocorre a abertura da primeira flor no segundo ramo frutífero.

F3-n	As observações seguintes seguem o mesmo parâmetro das anteriores. Nota-se nesta fase, a abertura da primeira flor no terceiro ramo frutífero e a abertura da segunda flor no primeiro ramo.
Estádio C	Características
C1	No estágio final, ocorre a abertura do primeiro capulho no 1º ramo reprodutivo.
C2	Abertura do primeiro capulho do segundo ramo frutífero.
C3-n	As observações seguintes seguem o mesmo parâmetro das anteriores.

Estádio V: vegetativo; estágio B: emissão de botão floral; estágio F: florescimento; estágio C: capulhos.

Fonte: Adaptado de Marur e Ruano, 2004.

3.2 Calagem e adubação

Para que se obtenha uma recomendação precisa de calagem e adubação é indispensável o uso da análise química do solo, o que permite conhecer a disponibilidade de nutrientes para as plantas, antes de ser realizada a semeadura (Cardoso, Fernandes, Fernandes, 2009). A prática utilizada para correção da acidez na camada arável (0 a 20 cm) do solo é a calagem. A calagem consiste na neutralização do alumínio do solo e no fornecimento de cálcio e magnésio como nutrientes para as plantas (Veloso *et al.*, 2020). Além disso, promove o aumento da disponibilidade do fósforo e de outros nutrientes no solo, assim como da capacidade de troca de cátions efetiva e da atividade microbiana, entre outros benefícios. A calagem possibilita, então, maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas, facilitando ainda mais a absorção e a utilização dos nutrientes e da água pelas culturas. Deve-se salientar que, com o aumento do pH, pode ocorrer redução na disponibilidade de micronutrientes como zinco, manganês, cobre e ferro.

No algodoeiro, o nitrogênio é importante para o desenvolvimento da planta. Nas doses adequadas de 80 kg ha⁻¹, promove o crescimento e a floração, aumenta o rendimento e melhora o comprimento e a resistência das fibras. Porém, doses elevadas e uso tardio, após as fases vegetativas, aumentarão a taxa de crescimento da planta, causando prejuízos à produtividade e formação tardia das estruturas reprodutivas do algodoeiro. Os sintomas de deficiência de nitrogênio são: clorose, redução do número de folhas, diminuição da altura da planta, perda anormal de novas flores e frutos e maçãs pequenas (Staut *et al.*, 2002). Em experimento conduzido por Silva *et al.* (2023) com a cultura do algodoeiro, verificou-se que a utilização do sulfato de amônio proporcionou acréscimo de 8,66% na altura em comparação aquelas que

receberam ureia como fonte de nitrogênio. A máxima altura das plantas (45,36 cm) foi obtida com a dose estimada de 123,93 kg ha⁻¹ de N.

A adubação fosfatada feita no cultivo anterior e a adubação nitrogenada de cobertura aumentam a produtividade de algodão em caroço (Sofiatti *et al.*, 2011). Elevadas doses de fósforo aplicadas no primeiro ano de cultivo têm efeito residual, aumentando significativamente a produtividade nos cultivos subsequentes. As características de crescimento, produtividade e percentagem de fibra aumentam até doses de nitrogênio de aproximadamente 200 Kg de N ha⁻¹ quando as plantas de algodoeiro estão adequadamente supridas de outros nutrientes (Zonta *et al.*, 2023). O principal componente do rendimento que ocasiona aumento da produção com a adubação é o número de capulhos por planta, que apresenta acréscimo com a adubação nitrogenada e fosfatada, compensando a pequena diminuição no peso médio de capulhos por planta ocorrido com o aumento da concentração de nitrogênio (Zonta *et al.*, 2023).

Em culturas altamente exigentes em nutrientes e em solos que apresentam teores muito baixos de fósforo, é questionável se a adubação sugerida pelas recomendações técnicas é suficiente para elevar a produtividade da cultura do algodoeiro. De acordo com Sofiatti *et al.* (2011), muitos produtores têm sugerido, em algumas regiões que cultivam algodão nas condições de Cerrado, com solos pobres em fósforo, um aumento das doses deste nutriente no primeiro ano de cultivo, elevando os níveis no solo e permitindo efeito residual para os cultivos posteriores. Quanto ao teor de potássio, os solos da região semiárida normalmente apresentam altos teores, devido principalmente a origem destes solos e a baixa precipitação, o que reduz a perda por lixiviação (Sofiatti *et al.*, 2011).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área experimental e tratamentos

O experimento foi implantado na área experimental da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), *Campus* Monte Carmelo, localizada nas coordenadas geográficas 18°72'27,36'' S e 47°52'33,5'' O e altitude de 903 m. O solo da região é caracterizado como Latossolo Vermelho distrófico. A área foi irrigada por gotejamento superficial, com gotejadores espaçados em 0,2 m e vazão de 1,6 L h⁻¹ (Figura 1).



Figura 1. Área experimental. a) Disposição da irrigação localizada por gotejamento e b) Disposição do gotejamento em linha.

Em janeiro de 2024, foi realizada uma amostragem de solo na profundidade de 0-0,20 m para caracterização dos atributos físicos e químicos e posterior recomendação das práticas de calagem e adubação (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos físicos e químicos do solo da área experimental na profundidade de 0 a 0,2 m, antes da implantação da cultura no ano de 2024

Característica	2024
pH (H ₂ O)	6,3
Fósforo (P) – mg dm ⁻³	14
Potássio (K) - cmol _c dm ⁻³	0,63
Cálcio (Ca ²⁺) – cmol _c dm ⁻³	3,98
Magnésio (Mg ²⁺) – cmol _c dm ⁻³	1,4
S (SO ₄ ⁻²) - mg dm ⁻³	3,15
Alumínio (Al ³⁺) – cmol _c dm ⁻³	0
H+Al (Extrator SMP) – cmol _c dm ⁻³	2,7
Soma de bases trocáveis (SB) – cmol _c dm ⁻³	5,99
CTC a pH 7,0 (T) - cmol _c dm ⁻³	8,69
CTC efetiva (t) - cmol _c dm ⁻³	5,99
Saturação por bases (%)	69
Índice de saturação de alumínio (m) - %	0
Zinco (Zn) – mg dm ⁻³	10,1
Ferro (Fe) – mg dm ⁻³	41

Manganês (Mn) – mg dm ⁻³	18,2
Cobre (Cu) – mg dm ⁻³	2,9
Boro (B) – mg dm ⁻³	0,27
Areia - g kg ⁻¹	230
Silte - g kg ⁻¹	175
Argila - g kg ⁻¹	595
MO (dag kg ⁻¹)	2,9

MO: Matéria orgânica. Métodos de extração: P, K= Mehlich⁻¹; S-SO₄²⁻ = [Fosfato monobásico cálcio 0,01 mol L⁻¹]; Ca, Mg, Al = [KCl 1 mol L⁻¹]; H+Al = [Solução Tampão SMP pH 7,5]; B = [BaCl₂. 2H₂O 0,125% à quente]; Cu, Fe, Mn, Zn = DTPA.

A semeadura foi realizada com a cultivar FM 944 GL, no espaçamento de 0,8 m entre linhas e 0,09 m entre plantas, totalizando 11 sementes por metro linear (Figura 2). Essa cultivar apresenta ciclo médio de 160 a 180 dias, com crescimento diário de 1 a 1,2 cm/dia, resistência à virose (doença azul) e tolerância aos herbicidas glufosinato de amônio e glifosato (BASF, 2025).



Figura 2. Disposição das sementes no sulco de plantio.

O experimento foi realizado no delineamento em blocos casualizados, constituído por 9 tratamentos, no esquema fatorial 3 x 3, sendo testados três níveis de adubo (50%, 100% e 150% da dose de referência) e três níveis de calcário (100%, 200% e 400% da dose de referência), com 3 repetições cada, totalizando 27 parcelas (Figura 3). As doses de referência de calcário e de adubo foram baseadas nos resultados de análise de solo e nas recomendações da cultura do algodoeiro de acordo com Rosolem *et al.* (2022) e Sousa e Lobato (2004), respectivamente.

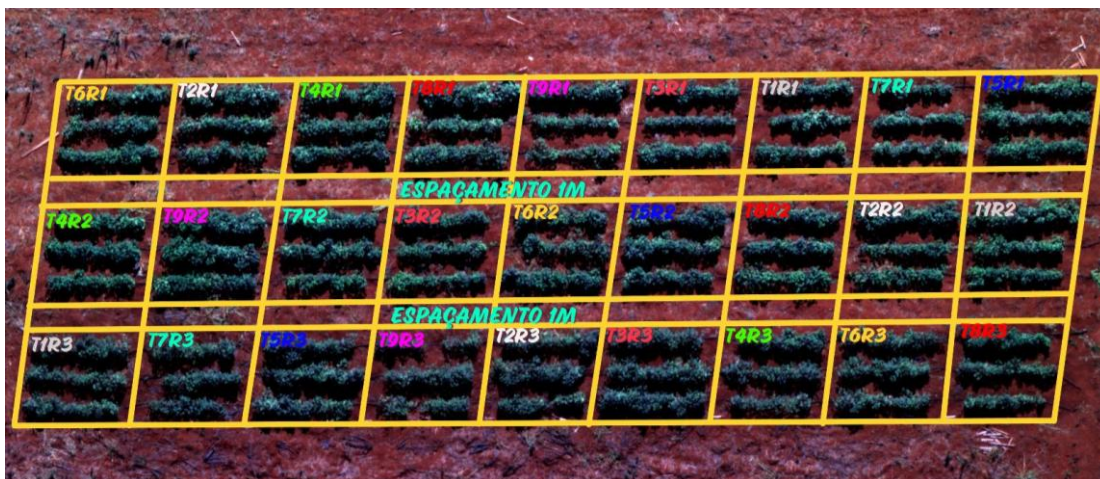


Figura 3. Disposição dos tratamentos na área experimental.

O experimento contou com uma área total de 239,2 m², com 9,2 m de largura por 26 m de comprimento. Cada parcela apresentou dimensões de 2,4 m de largura por 2 m de comprimento, com 0,8 m de espaçamento entre linhas. As parcelas foram constituídas por 66 plantas, sendo avaliadas 8 plantas da linha central para determinação dos parâmetros agrônômicos.

A necessidade de calagem foi calculada pelo método da elevação da saturação de bases, elevando a saturação a 80% (Rosolem *et al.*, 2022). O calcário utilizado apresentava um poder relativo de neutralização total de 85%, com 42,65% de CaO e 8% de MgO. Foram utilizadas as doses de 1,12 t ha⁻¹, 2,24 t ha⁻¹ e 4,48 t ha⁻¹ de calcário. A aplicação de calcário foi realizada somente no sulco de plantio trinta e cinco dias antes da semeadura. A abertura dos sulcos e aplicação das doses de calcário em cada tratamento estão dispostas na Figura 4.



A



B



Figura 4. Abertura dos sulcos na área experimental e aplicação das doses de calcário de acordo com os tratamentos. a) Abertura de sulcos para calagem e adubação; b) Calagem na dose de 1,12 t ha⁻¹ (100% da dose de referência); c) Calagem na dose de 2,24 t ha⁻¹ (200% da dose de referência); d) Calagem na dose de 4,48 t ha⁻¹ (400% da dose de referência).

Para adubação de implantação da lavoura, considerou-se como dose de referência, a recomendação de adubação adaptada de Sousa e Lobato (2004), utilizando-se 20 kg de N ha⁻¹ e 100 kg de P₂O₅ ha⁻¹. A fonte utilizada para suprir esses nutrientes foi o fosfato monoamônico (11-52-00) aplicado no sulco de semeadura. Para adubação de cobertura, aplicou-se, no primeiro parcelamento no estágio B1, a dose de 50 kg de N ha⁻¹, utilizando como fonte a ureia (45% de N) e no segundo parcelamento, no estágio F1, foi aplicada a dose de 40 kg de N ha⁻¹, utilizando como fonte o sulfato de amônio (20% de N). A adubação com potássio não foi necessária em função do elevado teor deste nutriente no solo (0,63 cmol_c dm⁻³).

As doses de adubo e calcário aplicadas em cada tratamento estão dispostas na Tabela 2.

Tabela 2. Fontes e doses de calcário e de adubo aplicadas no experimento

Tratamentos	Níveis de calcário	Adubação de plantio com MAP 11-52-00	Adubação de cobertura no estágio B1	Adubação de cobertura no estágio F1
T1	100% DR*	96,15 kg ha ⁻¹ de MAP (50% DR*)	56 kg ha ⁻¹ de ureia (50% DR*)	100 kg ha ⁻¹ de sulfato de amônio (50% DR*)
T2		192,3 kg ha ⁻¹ de MAP (100% DR*)	112 kg ha ⁻¹ de ureia (100% DR*)	200 kg ha ⁻¹ de sulfato de amônio (100% DR*)
T3		288,45 kg ha ⁻¹ de MAP (150% DR*)	168 kg ha ⁻¹ de ureia (150% DR*)	300 kg/ha de sulfato de amônio (150% DR*)

T4	200% DR*	96,15 kg ha ⁻¹ de MAP (50% DR*)	56 kg ha ⁻¹ de ureia (50% DR*)	100 kg ha ⁻¹ de sulfato de amônio (50% DR*)
T5	2,2 t ha ⁻¹	192,3 kg ha ⁻¹ de MAP (100% DR*)	112 kg ha ⁻¹ de ureia (100% DR*)	200 kg ha ⁻¹ de sulfato de amônio (100% DR*)
T6		288,45 kg ha ⁻¹ de MAP (150% DR*)	168 kg ha ⁻¹ de ureia (150% DR*)	300 kg ha ⁻¹ de sulfato de amônio (150% DR*)
T7	400% DR*	96,15 kg ha ⁻¹ de MAP (50% DR*)	56 kg ha ⁻¹ de ureia (50% DR*)	100 kg ha ⁻¹ de sulfato de amônio (50% DR*)
T8	4,4 t ha ⁻¹	192,3 kg ha ⁻¹ de MAP (100% DR*)	112 kg ha ⁻¹ de ureia (100% DR*)	200 kg ha ⁻¹ de sulfato de amônio (100% DR*)
T9		288,45 kg ha ⁻¹ de MAP (150% DR*)	168 kg ha ⁻¹ de ureia (150% DR*)	300 kg ha ⁻¹ de sulfato de amônio (150% DR*)

*DR – dose de referência.

Durante a condução do experimento, foram necessárias aplicações de inseticidas para o controle de pulgões, sendo utilizado 0,2 L de óleo de neem, diluído em 10 L de água, pulverizado em toda área experimental, nos estádios V5, B2 e F4. O regulador de crescimento, cloreto de mepiquat, que age reduzindo a altura das plantas, equilibrando a produção e a qualidade da fibra foi aplicado nos estádios B3 e F1, momento em que havia um crescimento dos internódios maior que 5 cm.

Para controle de plantas daninhas foi aplicado N-(fosfonometil) glicina, na dose de 2,5 L ha⁻¹, nos estádios B1 e C4, associado a capinas manuais semanais. Para o controle de doenças, foi aplicado clorotalonil na dose de 3 L ha⁻¹ para controle de *Alternaria macrospora* Zimm nos estádios B2 e C5. No final do ciclo, nos estádios C2 e C4 foram feitas duas aplicações de tiametoxam com lambda-cialotrina, na dose de 2,5 L ha⁻¹ para o controle e prevenção de *Anthonomus grandis*.

4.2 Parâmetros vegetativos, produtivos e análise dos dados

A avaliação de crescimento foi realizada no final do ciclo no estádio C5, nas oito plantas

centrais de cada parcela. O diâmetro de caule das plantas foi medido com um paquímetro, em milímetros, na base do colo e a altura de planta foi quantificada com uma trena, em metro, medindo a planta desde o nível do solo até a gema apical.

A leitura indireta da clorofila foi feita com o uso do clorofilômetro SPAD em uma folha totalmente expandida do algodoeiro no terço mediano da planta, no centro da folha, sendo as leituras realizadas pela manhã nos estádios B4 e C4.

No estágio de capulhos, foi quantificado o número de maçãs e capulhos por planta. No momento da colheita, foram determinados os parâmetros: pesos de maçãs e de capulho (pluma e sementes) (Figura 5) por parcela. A pesagem foi realizada em uma balança de precisão, em gramas, com duas casas decimais. Posteriormente, estes dados foram extrapolados para kg ha^{-1} para obtenção da produtividade em caroço.



Figura 5. Pesagem do caroço (pluma e sementes) do algodão por parcela.

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o teste de F com nível de significância de 5%. As médias dos tratamentos foram comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Antes da análise dos dados, foram verificados se eles atendiam às pressuposições de normalidade, homogeneidade de variâncias e aditividade. Para tanto, foi utilizado o software estatístico Speed Stat (Carvalho, Mendes, 2020).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa dos fatores níveis de calagem e adubo, ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F, para diâmetro de caule e altura do algodoeiro. Para índice de clorofila (IC), houve significância apenas do fator níveis de adubo para a avaliação realizada

no estágio B4 a 1% de significância, não sendo detectadas diferenças entre os tratamentos para o IC no estágio C4 (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de variância para altura da planta (m), diâmetro de caule (mm), índice de clorofila (estádios B4 e C4) em função dos níveis de calcário e de adubo

FV	GL	QM			
		Altura de planta (m)	Diâmetro de caule (mm)	Índice de clorofila (B4)	Índice de clorofila (C4)
Níveis de calcário	2	0,04**	6,41*	1,46 ^{ns}	3,50 ^{ns}
Níveis de adubo	2	0,03**	2,15 ^{ns}	64,90**	4,33 ^{ns}
Interação	4	0,02**	3,34*	8,95 ^{ns}	12,68 ^{ns}
Blocos	2	0,01 ^{ns}	0,90 ^{ns}	8,50 ^{ns}	34,33 ^{ns}
Resíduo	16	0,004	1,41	7,34	17,18
Total	26				
CV (%)		6,90	10,24	6,94	8,16

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F; * e **: significativo 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste de F. FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação.

Já para as características produtivas do algodoeiro, verificou-se significância, de maneira isolada, dos fatores níveis de calcário a 5% e de adubo a 1% de probabilidade para produtividade do algodão em caroço (kg ha⁻¹). Para peso das maçãs (kg ha⁻¹) e número de capulhos por planta, não foram detectadas diferenças entre os níveis de calcário e adubo. Para número de maçãs por planta, verificou-se efeito dos níveis de calcário à 5% de probabilidade pelo Teste F (Tabela 4).

Tabela 4. Análise de variância para produtividade do algodão em caroço - kg ha⁻¹ (PC), peso das maçãs (kg ha⁻¹) e número de capulhos (NC) e maçãs (NM) por planta em função dos níveis de calcário (D) e de adubo (N)

FV	GL	QM			
		PC (kg ha ⁻¹)	Peso das maçãs (kg ha ⁻¹)	NC	NM
Níveis de calcário	2	1935401,0*	208582,1 ^{ns}	2,02 ^{ns}	11,12*
Níveis de adubo	2	5119652,0**	31372,6 ^{ns}	1,75 ^{ns}	7,34 ^{ns}
Interação	4	394210,0 ^{ns}	369361,2 ^{ns}	0,27 ^{ns}	2,80 ^{ns}
Blocos	2	1577103,0*	453527,8 ^{ns}	1,44 ^{ns}	2,92 ^{ns}
Resíduo	16	356744,1	263645,6	0,63	2,46
Total	26				
CV (%)		27,8	46,3	33,2	39,9

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F; * e **: significativo 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste de F. FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação.

Verificou-se que os níveis de adubo e de calcário não influenciaram os parâmetros peso de maçãs (kg ha^{-1}), número médio de capulhos por planta e índice de clorofila (IC) do algodoeiro no estágio C4. Observou-se valores médios de 3,96 maçãs por planta, 2,39 capulhos por planta, índice SPAD de 50,81 unidades e peso das maçãs de 1.109 kg ha^{-1} (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5. Número médio de capulhos por planta, número médio de maçãs por planta e índice de clorofila no estágio C4 em função dos níveis de adubo

Níveis de referência de adubo* (%)	Número de capulhos por planta	Número de maçãs por planta	Índice de clorofila (C4)
50	2,06 a	2,94 a	50,15 a
100	2,22 a	4,67 a	50,74 a
150	2,89 a	4,28 a	51,53 a

* Dose de referência (100%) = $192,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de MAP, 112 kg ha^{-1} de ureia e 200 kg ha^{-1} de sulfato de amônio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste F ao nível de 5% de significância.

Tabela 6. Peso de maçãs (kg ha^{-1}), número médio de capulhos por planta e índice de clorofila das plantas nos estádios B4 e C4 em função de níveis de calcário

Níveis de referência de calcário*(%)	Peso das maçãs (kg ha^{-1})	Número de capulhos por planta	Índice de clorofila (B4)	Índice de clorofila (C4)
100	1205,31 a	1,94 a	38,66 a	51,14 a
200	1188,42 a	2,33 a	39,06 a	50,09 a
400	933,59 a	2,89 a	39,46 a	51,19 a

* Dose de referência (100%) = $1,12 \text{ t ha}^{-1}$. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste F ao nível de 5% de significância.

Para altura de plantas, verificou-se efeito significativo da interação dos fatores níveis de calcário e de adubo (Tabela 7). Com a utilização de 50% da dose de referência para adubação, foi detectada maior altura das plantas com o uso de $4,48 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário em relação à menor dose de $1,12 \text{ t ha}^{-1}$. Para o nível de adubação de 100%, não houve diferença significativa na altura das plantas em função dos níveis de calcário, com média de 0,93 m. Já para o nível de adubação de 150%, as doses de calcário superiores à recomendação padrão ($2,24$ e $4,48 \text{ t ha}^{-1}$) proporcionaram acréscimo na altura das plantas em relação à dose de $1,12 \text{ t ha}^{-1}$ (Tabela 7).

Tabela 7. Altura média (m) de plantas de algodoeiro em função de níveis de calcário e de adubo

Níveis de referência de adubo (%)	Níveis de calcário (%)		
	100	200	400
50	0,85 aB	0,87 bAB	0,99 aA
100	0,92 aA	0,92 bA	0,94 aA
150	0,85 aB	1,16 aA	1,08 aA

* Dose de referência para calcário (100%) = 1,12 t ha⁻¹. * Dose de referência para adubo (100%) = 192,3 kg ha⁻¹ de MAP, 112 kg ha⁻¹ de ureia e 200 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Considerando o desdobramento dos níveis de adubo em cada nível de calcário, verifica-se que nas doses de 1,12 e 4,48 t ha⁻¹ de calcário, não foram verificadas diferenças significativas entre os níveis de adubo para altura de plantas. Porém, na dose de 2,24 t ha⁻¹, o acréscimo na adubação de 50% promoveu maior altura das plantas em relação aos demais níveis (Tabela 7), proporcionando incremento médio nesta variável resposta de 0,27 m.

Por sua vez, a aplicação de nitrogênio em excesso, além do risco de perdas, como crescimento vegetativo excessivo atrapalhando a produção, desenvolvimento reprodutivo lento, deficiência de zinco, boro, cobre e ferro, sobretudo na ausência de uma cultura de cobertura, pode provocar efeitos negativos para a cultura do algodoeiro, como diminuição do rendimento de fibras (Carvalho *et al.*, 2006), alongamento do ciclo e maior suscetibilidade à pragas e doenças (Rosolem, 2001).

Para a característica diâmetro de caule, também foi detectada interação significativa dos fatores analisados neste experimento. Para os níveis de adubo de 50% e 100%, não foram verificadas diferenças no diâmetro de caule das plantas em função dos níveis de calcário. Porém, no nível de adubação de 150%, a dose de 2,24 t ha⁻¹ de calcário proporcionou incremento médio de 3,26 mm no caule do algodoeiro em relação à menor dose de calcário de 1,12 t ha⁻¹ (Tabela 8). No desdobramento dos níveis de adubo em cada nível de calcário, verificou-se significância apenas na dose de 2,24 t ha⁻¹, sendo detectada superioridade do nível de adubo de 150% em relação à 50%, proporcionando aumento médio no diâmetro de caule das plantas de 3,31 mm (Tabela 8).

Tabela 8. Diâmetro de caule médio (mm) de plantas de algodoeiro em função dos níveis de calcário e de adubo

Níveis de referência de adubo (%)	Níveis de calcário (%)		
	100	200	400
50	10,85 aA	10,42 bA	12,30 aA
100	10,65 aA	11,38 abA	12,35 aA
150	10,47 aB	13,73 aA	12,22 aAB

* Dose de referência para calcário (100%) = 1,12 t ha⁻¹. * Dose de referência para adubo (100%) = 192,3 kg ha⁻¹ de MAP, 112 kg ha⁻¹ de ureia e 200 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio. Médias seguidas pela mesma minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O aumento das doses de calcário, além de favorecer o desenvolvimento de raízes, neutraliza o alumínio extremamente tóxico ao algodoeiro, contribuindo para o maior vigor e crescimento da planta, além de auxiliar na absorção de outros nutrientes (Pádua, Silva e Dias, 2008).

A produtividade do algodão em caroço foi altamente influenciada pelos níveis de adubo. Observa-se um decréscimo significativo na produtividade de 1.184,8 kg ha⁻¹ quando se utiliza apenas 50% do nível de adubo em relação à 100% e 150% da dose de referência (Figura 6).

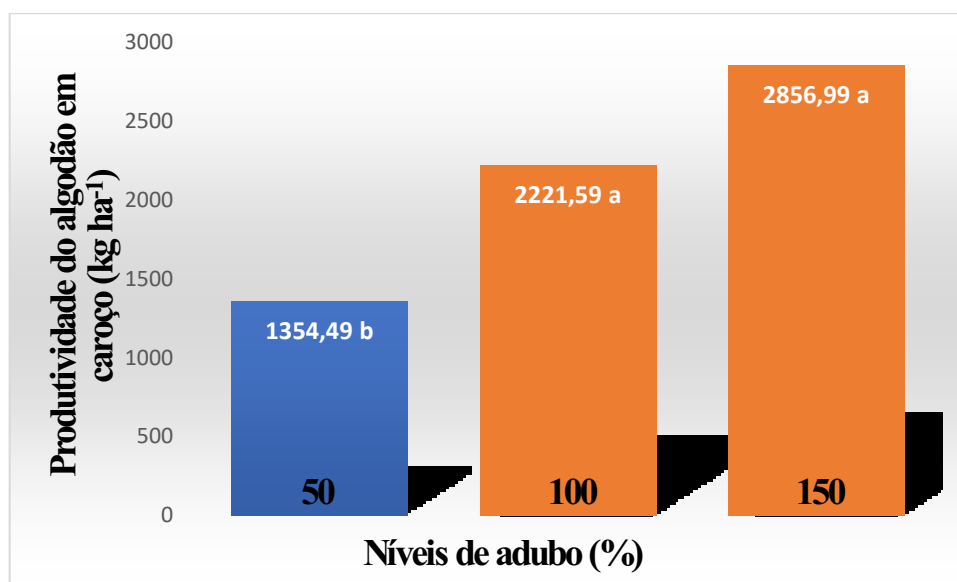


Figura 6. Produtividade do algodão em caroço (kg ha⁻¹) em função dos níveis de adubo (dose de referência para adubo - 100% = 192,3 kg ha⁻¹ de MAP, 112 kg ha⁻¹ de ureia e 200 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio).

A produtividade média obtida foi de 2.144,36 kg ha⁻¹ de algodão em caroço (Figura 6). Justifica-se o baixo rendimento da lavoura comparado à média nacional de 4.561 kg ha⁻¹ na

safr 2023/2024 (CONAB, 2024), em função da semeadura ter sido tardia para a região, influenciando negativamente nos parâmetros produtivos da cultura. Ferreira *et al.* (2015) também verificaram que a semeadura tardia do algodoeiro reduziu a altura de plantas, número de capulhos por área e produtividade de fibra. Com o atraso na data de semeadura, a produtividade de fibra diminuiu aproximadamente 25%, 17% e 41%, respectivamente em 2009, 2010 e 2011, sendo a época de semeadura o fator mais determinante para o cultivo do algodoeiro em segunda safra.

O nitrogênio é absorvido em grande quantidade pelo algodoeiro que extrai, durante o seu ciclo, 70 kg deste nutriente para produzir uma tonelada de algodão em caroço (Borin, Ferreira, Carvalho, 2014; Rochester, 2007).

De acordo com Taiz e Zeiger (2004), a maior concentração de nitrogênio se encontra nas folhas fisiologicamente mais velhas, não seguindo o padrão de distribuição equidistante do conteúdo de nitrogênio devido à sua mobilidade interna. Para índice de clorofila das plantas no estágio B4, verificou-se que o maior o nível de adubação (150%) proporcionou menor teor de clorofila nas folhas, porém, a maior produtividade do algodão em caroço foi obtida neste tratamento em relação ao nível de 50%. Desta forma, o dreno de nutrientes foi bem maior em relação aos demais níveis de adubação, refletindo no menor índice de clorofila do algodoeiro quando comparado aos tratamentos de 100% e 50% da recomendação de adubação (Figura 7).

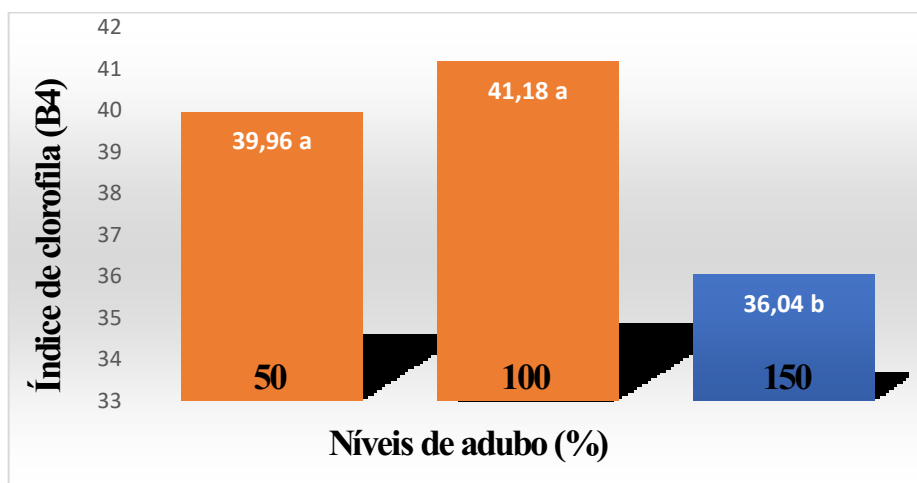


Figura 7. Índice de clorofila do algodoeiro no estágio B4 em função dos níveis de adubo (dose de referência para adubo - 100% = 192,3 kg ha⁻¹ de MAP, 112 kg ha⁻¹ de ureia e 200 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio).

Sabe-se que a aplicação de calcário, além de fornecer Ca e Mg às plantas, aumenta a disponibilidade de outros nutrientes, principalmente o fósforo, com reflexos positivos na frutificação (Sabino, Silva, Kondo, 1998). Para produtividade do algodão em caroço, verificou-

se um acréscimo de 872,3 kg ha⁻¹ com a utilização de 4,48 t ha⁻¹ de calcário em relação à dose de 1,12 t ha⁻¹ (Figura 8).

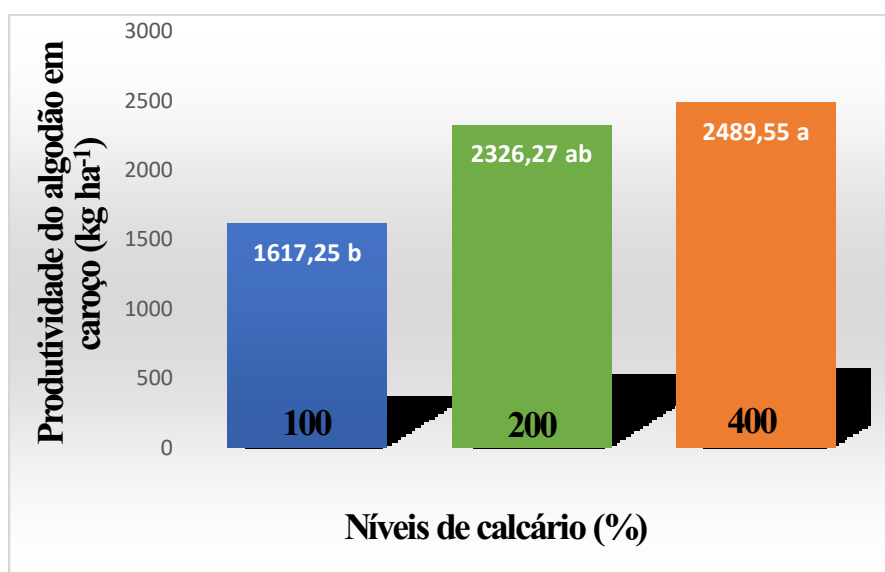


Figura 8. Produtividade do algodão em caroço (kg ha⁻¹) em função dos níveis de calcário (dose de referência para calcário considerada 100% = 1,12 t ha⁻¹).

A redução no fornecimento de cálcio, em função da diminuição das doses de calcário, proporciona redução significativa no número de estruturas reprodutivas, assim como na altura da planta e no número de nós (Rosolem, Bastos, 1997). Com a utilização da maior dose de calcário (4,48 t ha⁻¹), houve um acréscimo de 2,23 maçãs por planta em relação à dose de 1,12 t ha⁻¹, o que enfatiza a importância de uma adequada correção do solo para obtenção de elevadas produtividades do algodoeiro (Figura 9).

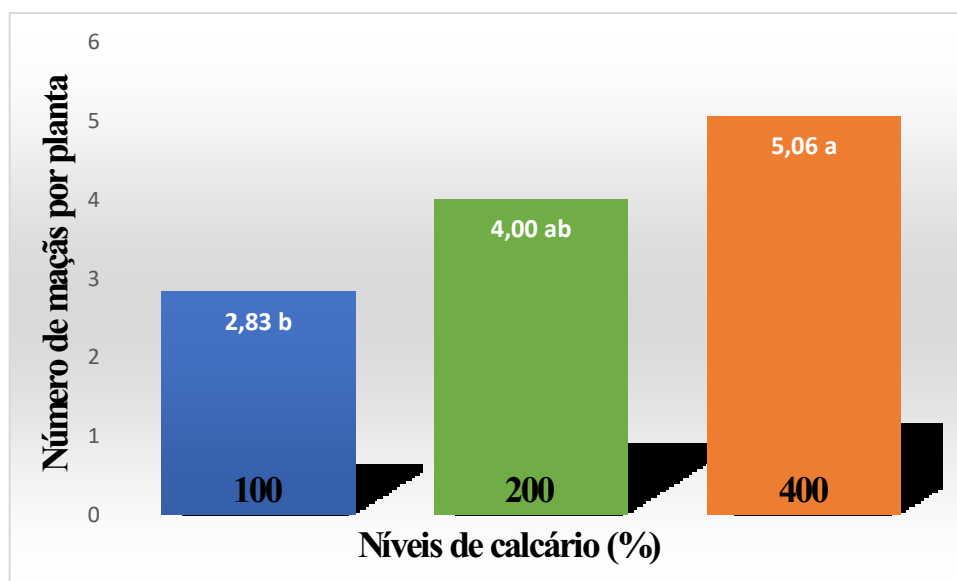


Figura 9. Número de maçãs por planta em função dos níveis de calcário (dose de referência para calcário considerada 100% = 1,12 t ha⁻¹).

6 CONCLUSÕES

O aumento do nível de calcário em 400% da recomendação de referência promove aumento na altura do algodoeiro, no número de maçãs por planta e na produtividade do algodão em caroço em relação à recomendação de 100%.

A adubação baseada na recomendação de referência (100%) proporciona maiores produtividades do algodão em caroço (kg ha⁻¹) em relação à redução da dose em 50%.

REFERÊNCIAS

ADUGNA, G. N *et al.* A review of soil fertility improvement and monitoring studies on cotton at middle awash and arbaminch areas, Ethiopia. **Academic Research Journal of Agricultural Science and Research**, v. 4, n. 1, p. 18-30, 2016.

BASF. Soluções para agricultura. **Guia de variedades**. Regiões Centro, Sul e Sudeste. Disponível em: <https://agriculture.basf.com/br/pt/protecao-de-cultivos-e-sementes/produtos/fibermax/variedades-fibermax/FM-944GL>. Acesso em: 10 fev. 2025.

BELTRÃO, M.; ARAÚJO, A. E. **Algodão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Embrapa Algodão. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 265p.

BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. **O agronegócio do Algodão no Brasil** – 2. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 2 vol. 1309 p.

BORIN, A. L. D. C.; FERREIRA, G. B.; CARVALHO, M. da C. S. **Adubação do Algodoeiro no Ambiente de Cerrado**. Comunicado Técnico 375, EMBRAPA, 2014. 8 p.

CARDOSO, E. L.; FERNANDES. A. H. B. M.; FERNANDES. F. A. **Análise de solos: finalidade e procedimentos de amostragem**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2009. 5 p.

CARVALHO, A. M. X.; MENDES, F. Q. **SPEED Stat: Spreadsheet Program para Estatística Experimental e Descritiva**. Rio Paranaíba, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2020.

CARVALHO, M. C. S. et al. **Sugestão de adubação nitrogenada do algodoeiro para o estado de Goiás com base em resultados de pesquisa**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 5 p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 268).

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB - **Último levantamento da safra 2023/2024 estima produção de grãos em 298,41 milhões de toneladas**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5728-ultimo-levantamento-da-safra-2023-2024-estima-producao-de-graos-em-298-41-milhoes-de-toneladas>>. Acesso em: 10 set. 2024.

FERREIRA, A. C. B. et al. Épocas de semeadura, cultivares e densidades de plantas para algodão adensado em segunda safra. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 4, p. 397-405, out./dez. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção de algodão herbáceo**. 2023. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/algodao-herbaceo/br>. Acesso em: 10 mar. 2025.

MARUR, C. J.; RUANO, O. Escala do Algodão: um método para determinação de estádios de desenvolvimento do algodoeiro herbáceo. **Informações Agronômicas**. Piracicaba, p. 3-4. mar. 2004.

MORESCO, E. R. **Progresso genético no melhoramento de algodoeiro no Estado de Mato Grosso**. 2003. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11137/tde-15072003-152149/>. Acesso em: 09 nov. 2024.

MROJINSKI, F. et al. Nutritional management of cotton culture in Cerrado's soils from Mato Grosso. **Scientific Electronic Archives**, v. 13, n. 9, p. 137, 2020.

PÁDUA, T. R. P. de; SILVA, C. A.; DIAS, B. de O. Nutrição e crescimento do algodoeiro em latossolo sob diferentes coberturas vegetais e manejo de calagem. **Ciência e agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1481-1490, set/out, 2008.

ROCHESTER, I. J. Nutrient uptake and export from an Australian cotton field. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 77, p. 213-223, 2007.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Embrapa Territorial. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 35. 34 p. 2020.

ROSOLEM, C. A. Problemas em nutrição mineral, calagem e adubação do algodoeiro. **Informações Agronômicas**. Piracicaba, n. 95, 2001.

ROSOLEM, C. A.; BASTOS, G. B. Deficiências minerais no cultivar de algodão IAC 22. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 2, p. 377-387, 1997.

ROSOLEM, C. A. et al. Tabelas de recomendação de calagem do boletim 100. Algodão. p. 160-164. In: CANTARELLA, H. et al. **Boletim 100: Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2022.

SABINO, N. P.; SILVA, N. M. da; KONDO, J. I. Características do capulho e propriedades tecnológicas da fibra do algodoeiro em função da calagem e da gessagem, **Bragantia**, v. 57, n. 2, 1998.

SILVA, M. S. C. et al. Crescimento do algodoeiro em função de diferentes doses e fontes de nitrogênio. **Anais...XXXII Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem**, 2023. Disponível em: https://icolibri.com.br/2023/public/_anais/TC0420156.pdf. Acesso em: 20 maio. 2024.

SOFIATTI, V. et al. Crescimento e produção do algodoeiro irrigado em resposta a adubação fosfatada residual e nitrogenada. **Anais...** 8º Congresso Brasileiro de Algodão & I Cotton Expo 2011, São Paulo, SP – 2011.

SOUSA, D. M. G de., LOBATO, E. **Cerrado correção do solo e adubação**. 2004. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/222588/1/Cerrado-Correcao-solo-adubacao-ed-02-8a-impressao-2017.pdf>>. Acesso em: 10 de ago. 2024.

STAUT, L. A. *et al.* **Adubação nitrogenada em cobertura na cultura do algodoeiro em sistema plantio direto**. Comunicado Técnico Embrapa, Dourados, MS. 2002. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/247413/1/COT200267.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2024.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, [s. l.], 2006. Disponível em: https://www.docs.google.com/file/d/0BysgJGrNEzfDRUINa0ZETFZIWDg/edit?resourcekey=0-NZ4gdgvUX_4_F_HEpJRzxw. Acesso em: 6 fev. 2025.

TORRE, E. R. de la; CERIBELI, A. R. Produtividade e qualidade da fibra de cultivares de algodão sob diferentes níveis de adubação. **Anais...** 12º Congresso Brasileiro do Algodão. Disponível em:<https://www.casadoalgodao.com.br/images/publicacoes/ARTIGOS_CIENT%C3%8DFI COS/12CBA_Antonio_Grad_VF1.pdf>. Acesso em: 20 maio. 2024.

VELOSO, C. A. C. et al. Correção da acidez do solo. p. 121-132. In: BRASIL, E. C. et al. **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. Embrapa, 2020.

ZONTA, J. H. et al. Crescimento e produção do algodoeiro irrigado em resposta a adubação fosfatada residual e nitrogenada. **Ciências Rurais em Foco**, v. 10, 2023.