



**Universidade Federal do Tocantins
Campus de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**

GUILLERMO ARTURO HERRERA CHAN

NITROGÊNIO E FÓSFORO NA CULTURA DE CHIA

**GURUPI-TO
2016**



**Universidade Federal do Tocantins
Campus de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**

GUILLERMO ARTURO HERRERA CHAN

NITROGÊNIO E FÓSFORO NA CULTURA DE CHIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Tocantins como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. DSc. Rodrigo Ribeiro Fidelis

**GURUPI – TO
2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- C454n Chan, Guillermo Arturo Herrera.
Nitrogênio e fósforo na cultura de chia . / Guillermo Arturo Herrera Chan. – Gurupi, TO, 2016.
87 f.
- Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Produção Vegetal, 2016.
Orientador: Rodrigo Ribeiro Fidelis
1. Salvia hispanica. 2. Manejo agrônômico . 3. Adubação mineral .
4. Produtividade. I. Título

CDD 635

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



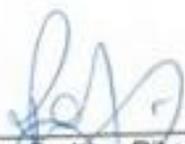
**Universidade Federal do Tocantins
Campus de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal**

ATA Nº 05/2016

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE GUILLERMO ARTURO HERRERA CHAN, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

Aos 25 dias do mês de julho do ano de 2016, às 14:00 horas, na Sala de 15 do Bloco II, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Orientador DSc. **Rodrigo Ribeiro Fidelis** do Câmpus Universitário de Gurupi / Universidade Federal do Tocantins, Prof. DSc. **Manoel Mota dos Santos** do Câmpus Universitário de Gurupi / Universidade Federal do Tocantins, DSc. **Taynar Coelho de Oliveira Tavares** do Câmpus Universitário de Gurupi / Universidade Federal do Tocantins, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de GUILLERMO ARTURO HERRERA CHAN, intitulada "**Nitrogênio e fósforo na cultura de chia**". Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo parecer favorável à aprovação, habilitando-o ao título de Mestre em Produção Vegetal.

Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.



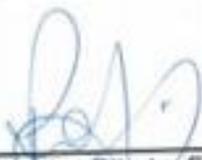
D.Sc. *Rodrigo Riberio Fidelis*
Orientador e presidente da banca examinadora



D.Sc. *Manoel Mota dos Santos*
Primeiro examinador



D.Sc. *Taynar Coelho de Oliveira Tavares*
Segundo examinador



D.Sc. *Rodrigo Ribeiro Fidelis*
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal

Gurupi, 25 de julho de 2016.

Dedico este trabalho a meus pais Maria Concepcion Chan Kumul (*in memoriam*) e Gilberto Herrera avila. São meus exemplos de vida os quais não teria conquistado esta vitória. A minha avó Maria Amparo Avila Rosado por ter me ajudado em toda minha criação. Aos membros da Igreja Adventista do Sétimo Dia de Gurupi por toda a ajuda e companheirismo. Ao professor Rodrigo Ribeiro Fidelis pelas orientações durante todo o mestrado.

DEDICATÓRIA

AGRADECIMENTO

A meu pai criador do céu e da terra aquele que está a meu lado sempre apesar de não ser merecedor, muito obrigado pai sobre tudo por ter mudado minha vida aqui no Brasil.

A meu pai Gilberto Herrera Avila quem sempre apoia todas minhas decisões da vida apesar das dificuldades ele sempre luta por dar o melhor para mim.

A toda minha família por acreditar em mim. A meus irmãos Gilberto Herrera Chan e Edgar Adrian Herrera Chan, a minha avó Maria Amparo Avila Rosado pelo amor, cuidado e companheirismo em toda minha criação. A minha tia Melva Aurora Avila e minha prima Ana Laura Rejon por todo seu apoio incondicional na minha jornada acadêmica muito obrigado por a motivação de seguir meus sonhos.

Ao professor Rodrigo Ribeiro Fidelis, meu eterno agradecimento pela paciência, apoio, disponibilidade e por ter acreditado neste projeto. Obrigado por todos os ensinamentos.

A todos os amigos e colegas do grupo de pesquisa e a todos os funcionários da Universidade Federal de Tocantins/Gurupi, especialmente a Erika de Araújo Menezes Borba.

Agradeço imensamente a todos que de uma forma ou outra contribuíram para que eu conquistasse esta vitória.

RESUMO

O cultivo da chia (*Salvia hispânica L.*) tem apresentado enorme importância em diversos países, porém, são poucas as pesquisas em relação ao manejo agrônomico que permitam auxiliar sobre as exigências da cultura. No Brasil a cultura está sendo recentemente adaptada e tem se deparado com alguns fatores limitantes à obtenção de elevadas produtividades, dentre eles a adubação nitrogenada e fosfata. Desta forma objetivou-se com este trabalho avaliar a combinação de doses de nitrogênio e fósforo na cultura de chia, em solos de cerrado, no sul do estado do Tocantins. Os experimentos foram conduzidos em campo na Estação Experimental da Universidade Federal de Tocantins na safra dos anos 2014/2015 e 2015/2016. O delineamento utilizado foi blocos ao acaso, num esquema fatorial 5x5 com três repetições na safra 2014/2015 e quatro repetições na safra 2015/2016, ambos constituídos por a combinação de cinco níveis de adubação fosfatada (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹) e cinco níveis de adubação nitrogenada (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹). As características avaliadas foram altura da planta, altura da haste superior, diâmetro do caule, número de cachos, comprimento do cacho e produtividade de grãos. Concluiu-se as doses de 60 e 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio

proporcionam a maior altura de planta, altura da haste superior e diâmetro do caule; baixas doses de 30 e 60 kg ha⁻¹ de fósforo influenciaram de forma positiva no maior desenvolvimento e produtividade na cultura da chia. Já uma combinação de 30 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de P favoreceu a maior comprimento de cachos. A produtividade de grãos máxima encontrada nas doses isolada de N e P foi superior de 157 kg ha⁻¹.

Palavras chave: *Salvia hispânica*, manejo agronômico, adubação mineral, solos tropicais, produtividade.

ABSTRACT

The cultivation of chia (*Salvia hispânica* L.) has presented enormous importance in many countries, because there is little research in relation to the agronomic management to allow aid on the requirements of the culture. In Brazil, the culture being recently adapted and has met with some limiting factors to obtain high yields, including nitrogen and phosphate fertilization. Thus, the aim of this study was to evaluate the combination of nitrogen and phosphorus fertilization in chia culture, in Cerrado soils, in the South of Tocantins. The experiments were conducted in the field at the Experimental Station of the Federal University of Tocantins in the harvests in the years 2014/2015 and 2015/2016. The design was a randomized block design, in a 5x5 factorial design with three replications in the harvests 2014/2015 and four replications in the harvests 2015/2016, both consist by the combination of five levels of phosphorus fertilizer (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹) and five levels of nitrogen fertilizer (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹). The characteristics evaluated were plant height, upper stem height, stem diameter, bunches number, bunch length and grain yield. It was concluded that these doses of 60 and 120 kg ha⁻¹ of nitrogen provide the greatest plant height, upper stem height and stem diameter and low doses of 30 and 60 kg ha⁻¹

of phosphorus influenced positively in the most development and productivity in the culture of chia. The combination of 30 kg ha⁻¹ of N and 60 kg ha⁻¹ P was sufficient to promote the biggest issue number of bunches in the chia plant. The maximum grain yield found in the isolated doses of N and P was superior to 157 kg ha⁻¹.

Keywords: *Salvia hispânica*, agronomic management, mineral fertilization, tropical soils, productivity.

SUMÁRIO

LISTAS DE TABELAS	14
LISTAS DE FIGURAS	15
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1. ORIGEM E HISTÓRICO DA CHIA	20
2.2. CLASSIFICAÇÃO CIENTÍFICA E CARATERÍSTICAS... ..	22
2.3. SISTEMA PRODUTIVO	24
2.3.1. SOLO E CLIMA.....	24
2.3.2. PLANTIO.....	25
2.3.3. ADUBAÇÃO E IRRIGAÇÃO.....	26
2.3.4. PLANTAS DANINHAS, PRAGAS E DOENÇAS.....	27
2.3.5. COLHEITA.....	28
2.4.FÓSFORO E NITROGÊNIO	29
3. MATERIAL E MÉTODOS	31
4. RESULTADOS	38
5. DISCUSSÃO.....	49
6. CONCLUSÃO	60
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71

LISTAS DE TABELAS

TABELA 1. Classificação científica da chia (*Salvia hispanica* L.)..... 22

TABELA 2. Resumo da análise de variância das características altura da planta (AP), altura da haste superior (AHS), diâmetro do caule (DMC), número de cachos por planta (NC), comprimento do cacho (CC) e produtividade de grãos (PG) da *Salvia hispanica* L. cultivada..... 39

LISTAS DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Valores médios diários de temperatura (°c), precipitação pluvial (mm/dia) e valores médios da umidade relativa do ar..... 31
- FIGURA 2.** Altura das plantas de chia em função de cinco doses de nitrogênio (A e B) e fosforo (C e D)..... 41
- FIGURA 3.** Altura da haste superior das plantas de chia em função de cinco doses de nitrogênio (A e B) e fosforo (C e D)..... 43
- FIGURA 4.** Diâmetro do caule das plantas de chia em função de cinco doses de nitrogênio (A e B) e fosforo (C e D)..... 44
- FIGURA 5.** Número de cachos das plantas de chia em função de cinco doses de nitrogênio (A e B) e fosforo (C e D)..... 45
- FIGURA 6.** Comprimento do cacho sob efeito de cinco doses de nitrogênio e fosforo 45
- FIGURA 7.** Comprimento do cacho das plantas de chia em função de cinco doses de nitrogênio (A e B) e fosforo (C e D)..... 46
- FIGURA 8.** Produtividade de grão de chia em função de cinco doses de nitrogênio (A e B) e fosforo (C e D) 47

1.INTRODUÇÃO GERAL

A Chia (*Salvia hispanica L.*) é uma espécie anual, pertencente à família Lamiaceae e originária do centro-oeste do México até o norte da Guatemala. Teve grande influência nas civilizações pré-hispânicas, período no qual os grãos eram utilizados na pintura, rituais e como moeda. Atualmente vem ganhando importância por seus grãos apresentarem excelente valor nutritivo, poder ser utilizada na alimentação humana como suplemento de saúde e formulação de alimentos, resultando desta forma, num incremento da produção, consumo e demanda liderado principalmente por consumidores mundiais como Estados Unidos, Canadá, Japão e Austrália (BUSILACCHI et al., 2015; AYERZA & COATES, 2004).

O cultivo de chia está ganhando popularidade no mercado nacional e internacional, pois é considerada uma semente rica em ácidos graxos, omega-3, omega-6, hidratos de carbono, fibra e minerais e pela sua grande capacidade antioxidante (ALI et al., 2012). Além disso, possui entre 19% e 23% de proteínas, o que a diferencia dos grãos de cereais tradicionais (Aveia, Trigo, Cevada e Centeio), sendo também fonte de vitaminas B (AYERZA & COATES, 2002).

A chia é cultivada na Guatemala, Colômbia, Bolívia, Austrália, Paraguai, Nicarágua, Perú, México e Argentina. Atualmente os rendimentos comerciais da semente variam entre os 500 e 600 kg ha⁻¹, mais alguns produtores de Salta (Argentina) e Acatic (México) têm obtido 1.000 e 1.260 kg ha⁻¹, respectivamente (AYERZA & COATES, 2006; BUSILACCHI, 2013). No Brasil, a chia encontra condições favoráveis ao bom desenvolvimento da planta, alcançando rendimentos entre os 200 e 800 kg ha⁻¹, as regiões do oeste Paranaense e noroeste do Rio Grande do Sul começaram a plantar a cultura (MIGLIAVACCA et al., 2014).

Algumas observações de campo vêm demonstrando potencial para o cultivo da chia em solos com ampla variedade de níveis de nutrientes, no entanto, o baixo conteúdo de nitrogênio e outros elementos essenciais pode ser fator limitante para se obter bons rendimentos de grãos (COATES, 2011). Para esta espécie ainda não foram estabelecidas com precisão os requerimentos de adubação, por isso, se faz necessário mais pesquisas sobre técnicas agronômicas para a cultura (BOCHICCHIO et al., 2015), principalmente em solos tropicais brasileiros onde o suprimento natural de nutrientes no solo é insatisfatório para o adequado crescimento das plantas (MOURA et al., 2015; PINTO et al., 2013).

A cultura é exigente em fósforo e nitrogênio tendo como recomendação adubações variando entre 15 a 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 15 a 37 kg ha⁻¹ de fósforo, requerimentos que mudam de acordo com a região e tipo de solo (AYERZA & COATES, 2006; POZO, 2010; MIRANDA, 2012).

Nos solos tropicais brasileiros a exigência nutricional é muito variável principalmente no Bioma Cerrado que apresenta solos pobres em nutrientes, especialmente do elemento fósforo, o qual é com frequência o mais limitante na nutrição das plantas não só pela baixa concentração, mas também pela sua ligação aos colóides do solo, afetando sua disponibilidade (RAIJ, 2011). Assim, a adubação fosfatada é essencial para o bom crescimento e melhores produtividades das culturas, pois este nutriente intervém na participação das membranas celulares, ácidos nucléicos e ATP, funções vitais ao metabolismo vegetal (MALAVOLTA, 2006; GUERRA et al., 2006).

Outro elemento essencial a ser considerado é o nitrogênio, nutriente requerido em grande quantidade pela maioria das culturas, participa em uma série de rotas metabólicas para a produção de ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas, ácidos nucléicos e enzimas importantes na bioquímica das plantas (TAIZ & ZEIGER, 2013). Solos brasileiros não suprem inteiramente a demanda do nutriente,

sendo necessário, portanto, a complementação com fertilizantes nitrogenados. Todavia, a adubação requer cuidados no que refere à época e às doses de aplicação, pelo fato de elevadas doses resultar em acamamento, dificultar a colheita e provocar queda na produção (TEIXEIRA FILHO et al., 2010), e baixas doses em clorose gradual das folhas mais velhas, redução do crescimento, além de limitar a produtividade das plantas (FERNANDES, 2006; MALAVOLTA, 2006).

Considerando-se à crescente demanda internacional da chia, as escassas informações sobre seu manejo agrônômico, e a importância de adubação das culturas em solos de cerrado no Brasil, surge à necessidade de estudar diferentes doses de nitrogênio e fósforo na cultura. Desta forma, objetivou-se avaliar os efeitos da adubação nitrogenada e fosfatada no desenvolvimento e produtividade da *Salvia hispânica* L. em solos de cerrado na região sul do Tocantins.

2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.Origem e histórico da chia

A chia (*Salvia hispanica*) tem uma longa história como alimento dos índios no ano 2600 A.C. séculos, onde o amaranto, feijão, milho e chia compreendiam os principais componentes das dietas de civilizações maias e astecas. Esse costume desapareceu durante a conquista espanhola, época na qual acabaram substituindo a chia um grão sagrado e de colheita difícil para os conquistadores, pelas suas culturas preferidas, trazidas da Europa (AYERZA & COATES, 2004).

Antes da colonização, as sementes da chia foram utilizadas como matéria prima na elaboração de medicamentos, alimentos e pinturas, assim como em oferendas para os deuses durante as cerimônias religiosas. O uso da chia em diferentes finalidades persiste até hoje, entretanto as origens do cultivo e o processo de domesticação ainda são desconhecidos (CAHILL, 2003).

Durante muito tempo a cultura da chia foi comercializada unicamente entre os mercados mexicanos principalmente na elaboração da bebida exótica denominada chia fresca, a qual era muito consumida por ter propriedades curativas e preventivas de enfermidades cardiovasculares, depressão,

câncer e outras patologias, gerando um maior interesse entre os povos permitindo sua expansão fora do México (AYERZA & COATES, 2002; AYERZA & COATES, 2006).

No ano de 1965, o comércio se estendeu até o Sudeste da Califórnia e Arizona e nos anos 80 a comercialização chegou até os Estados Unidos como um alimento para mascotas, incrementando-se a demanda das sementes o que permitiu vínculos entre organizações privadas dos Estados Unidos e Argentina que tem trabalhado com algumas espécies, como “kenaf” (*Hibiscus cannabinus* L.) e “lesquerella” (*Lesquerella fendleri* L.) que foram cultivadas comercialmente por seu maior potencial (AYERZA & COATES, 2005).

Em 2009, a semente da chia se introduz como ingrediente alimentar em diversos produtos de padeira e cereais. Atualmente a Chia é considerado entre uma das culturas que têm importância global para a agricultura por seus diferentes derivados. O alto teor de óleo, proteína, antioxidantes e minerais encontrados nas sementes fazem com que muitos nutricionistas recomendem o consumo da chia durante os processos de reeducação alimentar (BRESSON et al., 2009; MIGLIAVACCA et al., 2014).

2.2. Classificação científica e características

Segundo a classificação taxonômica proposta por Lineu, a posição sistemática da chia (*Salvia hispanica* L.) é a seguinte:

Tabela 1- Classificação científica da Chia (*Salvia hispânica* L.) (JIMÉNEZ, 2010)

Classificação científica	
Reino	Plantae
Sub-reino	Tracheobionta
Divisão	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Subclasse	Asteridae
Ordem	Lamiales
Família	Lamiaceae
Subfamília	Nepetoideae
Tribo	Mentheae
Gênero	Salvia
Espécie	S. Hispânica
Nome binomial	
<i>Salvia Hispânica</i> L.	

A chia pertence à família Lamiaceae constituída por cerca de 300 gêneros e mais de 7500 espécies, sendo o Gênero das *Salvias* o mais numeroso com mais de 900 espécies distribuída no Sul da África, América Central, América do Norte, América do Sul e Ásia Sul-Oriental (BUENO et al., 2010)

A *Salvia hispânica* L. é uma erva anual com uma altura entre 1 e 1,5 m, o sistema de raízes é bem desenvolvido e fibrosa, que consiste de uma raiz principal ramificada. É uma planta com folhas opostas, de 4 a 8 cm de comprimento e 3 a 5, em largura. O caule é ramificado, de secção quadrangular com pubescências curtas. É uma planta alógama com flores purpúreas ou brancas que crescem nas extremidades do cacho da planta, produzindo de 20 a 30 flores (DI SAPIO et al., 2012)

As características morfológicas e fonológicas que distinguem as variedades domesticadas selvagem de *Salvia hispânica* são: cálice fechado, sementes maiores, inflorescências mais compactas, presença de dominância apical e uniformidade nos períodos de floração e maturação (CAHILL, 2005). Como a maioria das plantas cultivadas em chia tem sido uma ligeira perda de variabilidade genética no processo de domesticação. A *Salvia hispânica* apresenta um número somático de $2n = 12$, o que representa o número de

cromossomas, mas baixo do gênero. Atualmente, os esforços têm sido dirigidos para a seleção de plantas domesticadas a partir de uma pequena porção do total da diversidade genética (CAHILL, 2004).

As sementes de chia apresentam uma forma de aquênio indeiscente, monospérmico oval tendo em média um comprimento entre 1 e 2 mm, uma largura de 1,4 a 0,83 mm e uma espessura de 1,32 a 0,81 mm. Apesar de que a planta produz três tipos de semente como acinzentada, brancas e pretas, a maioria da produção de chia contém alta porcentagem de sementes pretas. De um modo geral, a chia disponível comercialmente apresenta uma mistura das três sementes. No entanto, existe também possibilidade de aquisição das sementes de cores separadas. (IXTAINA et al., 2008; DI SAPIO et al., 2012).

2.3.Sistema produtivo

2.3.1.Solo e clima

A chia prefere solos arenosos, bem drenados, com um pH variando de 6 a 8,5, esta cultura tem baixa tolerância a salinidade, ja que altas concentrações de sal no solo podem reduzir significativamente a produção de óleo essenciais presentes na semente. A cultura se adapta bem a solos pertencentes a outras classes de textura, desde que tenham

boa drenagem, requer áreas de plantio a pleno sol e temperaturas amenas durante a noite, a frutificação não ocorre em condições de sombra (POZO, 2010; JIMÉNEZ, 2010).

A chia é tolerante a seca e tem sido sugerido como uma escolha para sistemas de cultivo em ambientes semi-árido. Esta planta também pode crescer em ambientes áridos, e tem sido proposto como uma alternativa para as plantas forrageiras existentes (PEIRETTI & GAI 2009). As temperaturas mínimas e máximas de crescimento dessa cultura são 11-36 °C, com um intervalo ideal entre 16 e 26 °C, esta planta não tolera geadas, é muito sensível a baixas temperaturas, o que podem também comprometer a produtividade de grãos (AYERZA & COATES 2005). A duração do ciclo da cultura, na maioria dos casos varia de 140 a 180 dias dependendo muito da latitude pelo fato que é uma planta sensível ao fotoperíodo (AYERZA, 1995).

2.3.2Plantio

Na Argentina e no México é utilizada na semeadura de 6 a 8 Kg ha⁻¹, com uma distância entre fileiras de 0,7 a 0,8 m, e a distância entre plantas de 4 a 6 cm na linha, com população de 20-30 plantas por metro linear, pode-se enfatizar que

devido ao tamanho reduzido da semente é necessário realizar a semeadura superficialmente, não sendo maior de 1,0 cm de profundidade (AYERZA & COATES, 2006).

2.3.3. Adubação e irrigação

Observações no campo indicam que a cultura da chia se desenvolve bem em solos com uma ampla variedade de níveis de nutrientes. De forma geral, alguns produtores da Argentina, adubam em faixas de 15-45 kg de nitrogênio e 37 kg de fósforo por hectare, já no México, são suficiente 68 kg de nitrogênio por hectare no momento da semeadura (AYERZA & COATES, 2006). Em outros países como Nicarágua é realizada em cobertura parcelada em três épocas distintas, aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura, utilizando formulações balanceadas como o fertilizante NPK 15-15-15. As aplicações foliares de Boro fortalecem as plantas durante o desenvolvimento da inflorescência (MIRANDA, 2012). É importante ressaltar que para esta cultura ainda são poucas as informações existentes na literatura sobre os requerimentos nutricionais (BOCHICCHIO et al., 2015).

A chia embora seja capaz de crescer em condições secas, requer solo úmido para germinar e pode crescer em uma ampla distribuição de precipitações, o qual varia de 300

ate 1.000 milímetros durante todo seu ciclo (AYERZA & COATES, 2005), sendo que no momento da floração as chuvas intensas, podem afetar, causando abortos das flores. A cultura da chia pode ser cultivado em condições de sequeiro ou irrigado (COATES & AYERZA 1996), mais ainda falta informação técnica sobre ensaios experimentais de irrigação, para garantir a quantificação ideal requerida pela cultura.

2.3.4.Plantas daninhas, pragas e doenças

De forma geral, o controle de plantas daninhas na cultura da chia após o seu estabelecimento é feito de forma mecânica e químico. A utilização de alguns herbicidas com ingrediente ativo metribuzin, fosfonometil (pré-emergente) e haloxifop Metil (pos-emergente), os quais se recomendam em situações muito extremas já que estes herbicidas podem causar fitotoxidez nas plantas. Os primeiros 45 dias são críticos na cultura devido ao lento desenvolvimento, período no qual as plantas daninhas, podem competir por água, luz e nutrientes (POZO, 2010; ZAVALÍA et al., 2009). Desta forma, uma excelente cobertura por metro quadrado das plantas de chia inibi o desenvolvimento de plantas daninhas (MIRANDA, 2012).

A chia é caracterizada como planta aromática capaz de produzir substâncias de repelentes contra insetos praga, pela presença de óleos essenciais nas folhas que atua, como defesa de insetos invasores no plantio o que reduz o uso de produtos químicos na proteção dos cultivos (POZO, 2010). No entanto alguns insetos cortadores como formiga e lagartas do gênero *Spodoptera*, podem afetar a área foliar das plantas de até em 60% e seu controle tardio pode ocasionar grandes perdas no plantio principalmente quando o objetivo é na extração de óleos essenciais. Quanto às doenças, tem-se registro de alguns fungos do gênero *Cercospora* sp., manchas foliares ocasionadas por bactérias, murcha generalizada associada com *Fusarium* sp., cloroses nas folhas produzida por *Phytophthora* sp., manchas pretas no caule ocasionadas por *Macrophomina phaseolina* e necroses nas folhas produzida por *Rhizoctonia solani*. (MIRANDA, 2012; GONZÁLEZ et al., 2010).

2.3.5. Colheita

O ponto adequado de colheita é quando as plantas apresentam 80 % de folhas amarelas, ou com coloração escura, secas ou mortas. A colheita é feita manual ou através da adaptação das colhedoras convencionais, uma vez obtido

o grão é aconselhável fazer uma ventilação de ar quente a 40 °C mais se recomendam armazenar o grão em locais secos a uma umidade relativa não superior a 60% (CAHILL, 2003). O rendimento desta espécie em plantações comerciais é aproximadamente entre 500 a 1000 kg ha⁻¹ (BUSILACCHI, 2013).

2.4.Fósforo e nitrogênio

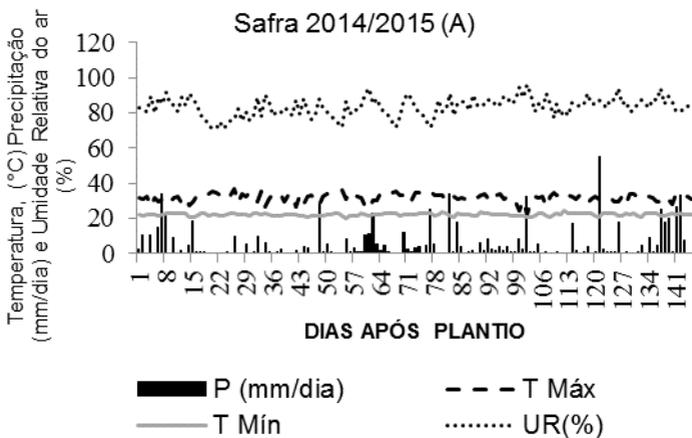
Entre os nutrientes, o fósforo é aquele que constantemente mais causa problemas na produção das culturas nos solos da região de Cerrado. Isso ocorre pelo fato do elemento se apresentar em formas pouco disponíveis aos vegetais, por sua elevada adsorção das partículas de solo. Fornasiere Filho (2007) afirma que o fósforo disponível no solo é um elemento essencial à nutrição das plantas, desempenhando papel fundamental na transferência e utilização de energia. Além de fazer parte da constituição de uma série de compostos importantes das células vegetais intermediários da respiração, fotossínteses e diversas funções vitais ao metabolismo vegetal (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Outro elemento de muita importância é o nitrogênio, já que na maioria das culturas também desempenha importante papel, é a baixa disponibilidade de N pode prejudicar o

crescimento e produtividade da planta. Pelo fato de ser um macronutriente essencial que faz parte das rotas metabólica e diversa compostos, principalmente das proteínas, tendo maior participação diretamente da fotossíntese e composição da clorofila (MENEHIN et al., 2008; SOUSA, 2004). Razão pela qual, este nutriente é o que mais limita o desenvolvimento da maioria das culturas (LOPES et al., 2004), sendo a adubação nitrogenada indispensável, a qual tem variação conforme a cultura, fonte e época (TEIXEIRA FILHO et al., 2010; SOUSA, 2004).

3.MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados na safra 2014/2015 e safra 2015/2016, na área experimental do Campus Universitário de Gurupi, localizado a 11°43'45" de latitude sul e 49°04'07" de longitude oeste, com altitude média de 285 m. Os experimentos foram instalados em solo classificado como Latossolo vermelho - amarelo distrófico, profundo, ácido e de textura franco-arenosa (EMBRAPA, 2013). O clima da região é do tipo megatérmico com chuvas de verão e inverno seco (KOPPEN, 1948). Os dados referentes à precipitação, temperatura e umidade relativa no período de condução dos experimentos foram coletados na estação meteorológica do Campus de Gurupi, e são apresentados na Figura 1.



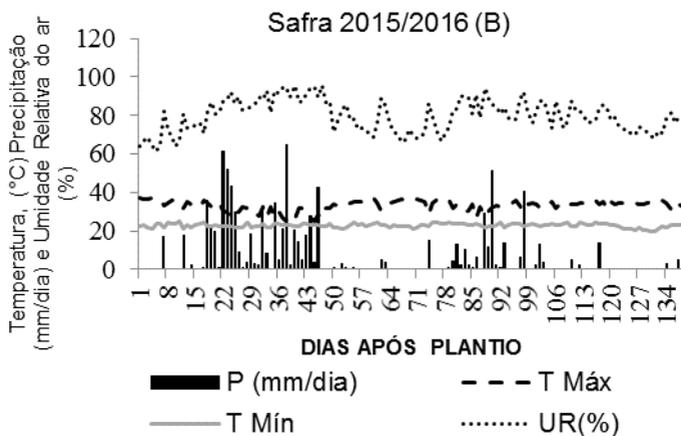


Figura 1. Valores médios diários de temperaturas (°C), total diário de precipitação pluvial (mm) e valores médios diários da umidade relativa do ar (%), ocorridos durante os períodos 9 de dezembro de 2014 a 3 de maio de 2015 (A) e 14 de dezembro de 2015 a 2 de maio de 2016 (B), Gurupi, TO.

As áreas apresentaram histórico com cultivo de feijão comum e soja no período de entressafra e cultivo de arroz na safra. A caracterização físico - química do solo da área experimental, na profundidade de 0,00 - 0,20 m na safra 2014/2015 apresentou as seguintes características: pH em $\text{CaCl}_2 = 5,2$; M.O = 1,6 % P (Mel) = 1,3 mg dm^{-3} ; K = 37 mg dm^{-3} ; Ca+Mg = 2,5 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; H+Al = 2,20 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; Al = 0,00 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; SB = 2,19 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; V = 50%; 69 dag kg^{-1} de areia; 5 dag kg^{-1} de silte e 26 dag kg^{-1} de argila. Já para a safra 2015/2016 apresentou-se as seguintes características: pH em $\text{CaCl}_2 = 5,0$; M.O = 2,2 % P (Mel) = 39,3 mg dm^{-3} ; K = 91 mg dm^{-3} ; Ca+Mg = 3,2 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; H+Al = 2,0 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$;

Al = 0,00 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; SB = 2,19 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; V = 58%; 75 dag kg^{-1} de areia; 5 dag kg^{-1} de silte e 20 dag kg^{-1} de argila.

Sendo unicamente na safra de 2015/2016 realizada a correção de acides do solo por meio da calagem. Em ambos casos o preparo do solo foi realizado de forma convencional, com uma aração e duas gradagens.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental, em blocos ao acaso sobre esquema fatorial 5x5, testando para ambos fatores (N e P), doses de 0, 30, 60, 90, 120 kg ha^{-1} . Na safra 2014/2015, as parcelas consistiram-se de 6,4 m^2 , sendo cada uma composta por quatro fileiras de 4 m e espaçadas 0,40 m. Foi considerada área útil as duas fileiras centrais, desprezando-se 0,5m de cada extremidade. Na safra 2015/2016 as parcelas consistiram-se de 4,8 m^2 sendo cada uma composta por três fileiras de 4 m de comprimento e espaçadas de 0,40 m, sendo considerado como área útil a linha central, desprezando-se 0,50 m das extremidades.

Para ambos ensaios a adubação fosfatada, foi realizada no sulco aplicando-se as doses no momento da semeadura, na forma de superfosfato triplo. A adubação potássica foi realizada de acordo com a análise do solo aplicando-se 60 kg ha^{-1} de K_2O , no momento de semeadura. A adubação nitrogenada foi realizada em cobertura, parceladas duas

vezes, aplicando a metade de cada dose, na safra 2014/2015 aos 45 dias após emergência e a outra metade aos 60 dias após emergência e na safra 2015/2016 aos 50 dias após emergência e a outra metade aos 65 dias após emergência.

Utilizaram-se sementes de chia proveniente de produtores da região de Katueté – Paraguai. Utilizando na safra 2014/2015, 3 gramas (2500 sementes) e na safra 2015/2016, 6 gramas (5000 sementes), em 4 metros lineares, visando alcançar população final de 750.000 plantas por hectare. Em ambos dos casos foi realizado o desbaste aos 25 dias após a emergência, deixando-se apenas 30 plantas por metro linear.

Na safra 2014/2015 o controle de plantas daninhas foi realizado com capinas manual aos 20 e 45 dias após emergência, fase na qual as plântulas são sensíveis a aplicações de herbicidas. Além disso, foram aplicados herbicidas com princípio ativo Clethodim ($0,30 \text{ L p.c. ha}^{-1}$) aos 60 e 77 dias após emergência. Na safra 2015/2016 o controle de plantas daninhas também foi realizado de forma manual e química, sendo que a capina manual ocorreu aos 40 dias após emergência e aos 55 dias após emergência aplicação de herbicida com princípio ativo Clethodim ($0,30 \text{ L p.c. ha}^{-1}$).

A cultura mostrou-se sensível a pragas comuns de outras espécies, sendo feitas duas aplicações de inseticida

aos 60 e 90 dias após emergência na safra 2014/2015 para o controle de lagarta (falsa-medideira e *Spodoptera* sp), vaquinha (*Macrodactylus pumilio*) e mosca branca (*Bemisia tabaci*) sendo usado Alfacipermetrina (0,5 g i.a. ha⁻¹) e Diflubenzuron - Fenil-uréia (3,6 g i.a. ha⁻¹), para o controle de lagarta e vaquinha, e para o controle de mosca branca Acetamiprid (75 g i.a. ha⁻¹). Na safra 2015/2016 os inseticidas foram aplicados para combater a lagarta (*Pseudoplusia includens* e *Spodoptera* sp) e mosca branca (*Bemisia tabaci*), com princípio ativo O,S-dimethyl acetylphosphoramidothioate (0,375 kg i.a. ha⁻¹) e Acetamiprid (75 g i.a. ha⁻¹), sendo feitas três aplicações aos 60, 90 e 120 dias após emergência.

Devido ao veranico presente na safra 2014/2015 aos 55 dias após emergência até os 110 dias após emergência (início da floração) foi instalado um sistema de irrigação por aspersão convencional fixo. Já na safra 2015/2016 visando controlar os efeitos negativos do veranico presentes nos últimos anos foi instalado no momento do plantio. Ambos funcionando a uma pressão de 20 mca a cada dois dias, propiciando lâmina d'água de 5,2 mm/hora. O fornecimento d'água foi realizado de forma que a cultura não sofresse com estresse hídrico em fases críticas como a emergência, floração e enchimento de grãos.

Na safra 2014/2015 devido a desuniformidade de maturação natural da cultura, as colheitas foram realizadas manualmente entre os 135 e 145 dias após a semeadura, colhendo-se a área útil quando as plantas atingiram 80 % de folhas amarelas, ou com coloração escura, secas ou morta (MIRANDA, 2012). Na safra 2015/2016 a colheita foi realizada manualmente aos 138 dias após a emergência, uniformizando o ponto de colheita com dessecante com princípio ativo paraquate ($1,0 \text{ L p.c. ha}^{-1}$) quando a maioria dos cachos das parcelas atingiram 80 % de coloração escura.

Para avaliação das características fitotécnicas, amostraram-se dez plantas representativas da área útil de cada parcela. As características avaliadas foram: números cachos - obtidos por planta determinado através da contagem direta nas plantas amostradas e transformados em m^2 (Esta característica não foi considerada na safra 2015/2016 pela desuniformidade que a cultura apresentou na emissão dos cachos); altura da planta - medida em cm da base do colo da planta até a inserção do cacho principal; altura da haste superior - medida em cm a partir do colo da planta até o ponto central da inserção da última haste superior; diâmetro do caule - expressa em mm, utilizando paquímetro digital; comprimento do cacho - expressa em cm, mensurados com régua. Posteriormente os cachos foram debulhados, limpos

identificados por tratamento e armazenadas em sacos de plástico para avaliação da produtividade de grãos (kg ha^{-1}), sendo o rendimento das sementes, obtido a partir da massa das sementes dos cachos colhidos na área útil da parcela, sendo o peso aferido em balança digital. Os valores encontrados em cada parcela foram transformados para quilogramas por hectare.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Para verificar a significância dos efeitos da regressão escolheu-se o modelo de maior grau. As análises foram realizadas com a utilização do aplicativo computacional SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2008).

4.RESULTADOS

Os resultados da análise de variância são apresentados na tabela 2, onde observa-se para o fator nitrogênio na safra 2014/2015 efeitos significativos para as características altura da planta, altura da haste superior, diâmetro do caule e Produtividade de grãos. Já na safra 2015/2016 para as características altura da planta, diâmetro do caule, comprimento do cacho e Produtividade de grãos. Para o fator fósforo, pode-se observar na safra 2014/2015 significância para as características altura da planta, altura da haste superior, diâmetro do caule e número de cachos por planta. Já na safra 2015/2016 para todas as características avaliadas verificou-se efeito não significativo. Estes resultados encontram-se apresentados em gráficos de forma isolada, já que as doses de nitrogênio e fósforo se mostraram independentes.

Ainda analisando a tabela 2 verifica-se efeito significativo da interação entre a adubação nitrogenada e fosfatada unicamente para comprimento de cacho na safra 2014/2015. Sendo, por tanto, o resultado apresentado em um gráfico de desdobramento, pois um fator influenciou de forma diferenciada no outro.

Tabela 2. Resumo da análise de variância das características altura da planta (AP), altura da haste superior (AHS), diâmetro do caule (DMC), número de cachos por planta (NC), comprimento do cacho (CC) e produtividade de grãos (PG) da *Salvia hispânica* L, cultivadas na safra 2014/2015 e 2015/2016 no sul do estado do Tocantins

		Safrá 2014/2015					
FONTES DE	QUADRADOS MEDIOS						
VARIAÇÃO	GL	AP	AHS	DMC	NC	CC	PG
Rep	2	127,44	308,29	9,43	90,23	6,26	50869,29
Nitrogênio (N)	4	390,60**	496,57**	5,26**	55,92 ^{ns}	1,63 ^{ns}	29733,05*
Fósforo (P)	4	1222,30**	527,59**	9,32**	286,98**	1,11 ^{ns}	3263,92 ^{ns}
NXP	16	309,127 ^{ns}	150,06 ^{ns}	1,57 ^{ns}	28,91 ^{ns}	3,5**	5329,73 ^{ns}
Erro	48	192,85	148,94	1,22	45,69	1,24	6285,70
Media		173,54	138,41	8,17	26,31	13,07	146,24
CV (%)		8,00	8,81	13,55	25,69	8,53	54,21
		Safrá 2015/2016					
Rep	3	3315,25	5674,53	6,64	-----	6,23	108937,1
Nitrogênio (N)	4	2078,44**	379,51 ^{ns}	5,15**	-----	9,90**	43521,90**
Fósforo (P)	4	492,83 ^{ns}	351,92 ^{ns}	1,20 ^{ns}	-----	4,97 ^{ns}	5598,53 ^{ns}
NXP	16	586,79 ^{ns}	605,43 ^{ns}	1,09 ^{ns}	-----	2,79 ^{ns}	54,99,46 ^{ns}
Erro	72	362,06	424,25	1,19	-----	2,33	8184,43
Media		164,48	122,54	6,86	-----	10,94	186,38
CV (%)		11,57	16,81	15,91	-----	13,97	48,54

** significativo, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F; * significativo, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; ^{ns} não significativo.

Na Tabela 2 também são observados os coeficientes de variação para cada característica avaliada. Segundo Pimentel-Gomes (2000), os coeficientes de variação estão abaixo e médio do estabelecido como aceitáveis, exceto para

produtividade de grãos. Vilella et al. (2015) avaliando diferentes fontes de adubo em *salvia hispânica* L., também constataram elevados coeficientes de variação (50,89%) para produtividade de grãos. No entanto, descartar variáveis fora destes padrões por ter coeficiente de variação muito alto é um procedimento desaconselhável (STORCK et al., 2010), por que o número de repetições, tamanho das parcelas, delineamento experimental, heterogeneidade do ambiente e a diversidade genética podem influenciar. Outra razão que pode ter contribuído no elevado valor de coeficiente de variação é a desuniformidade na cultura presente desde a germinação até a maturação do grão, culminando com colheita muito desuniforme.

Na safra 2014/2015 quanto à altura de plantas apresentou ajuste linear crescente em resposta à aplicação de N. A maior altura das plantas foi observada com a dose máxima de nitrogênio aplicada, de 120 kg ha⁻¹ com 179,13 cm, não sendo possível determinar o ponto de máxima resposta. Na dose 0 kg ha⁻¹ a altura média das plantas foi de 166,14 cm, isto é, a menor medida quando comparada com as demais (Figura 2A). Quanto à adubação fosfatada, houve resposta quadrática mostrando comportamento decrescente após a dose de 60 kg ha⁻¹ (184,56 cm) (Figura 2B).

Na safra 2015/2016 para a característica altura da planta, o nitrogênio mostrou resposta quadrática alcançando a melhor média na dose de 90 kg ha⁻¹, com 170,62 cm e menor média na dose de 0 kg ha⁻¹, com 146,52 cm (Figura 2C). Ressalta-se que no desenvolvimento da chia não houve acamamento de plantas mesmo com aplicação das maiores doses de N. Quanto à adubação fosfatada observa-se resposta quadrática com variação de 158,87 cm a 170,91 cm, apesar de não haver diferença significativa entre as doses (Figura 2D).

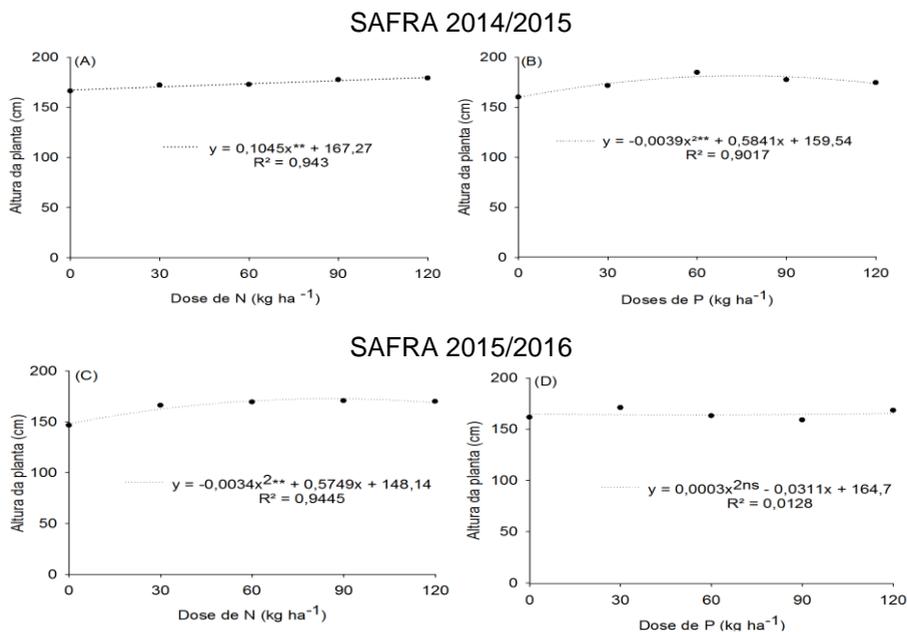
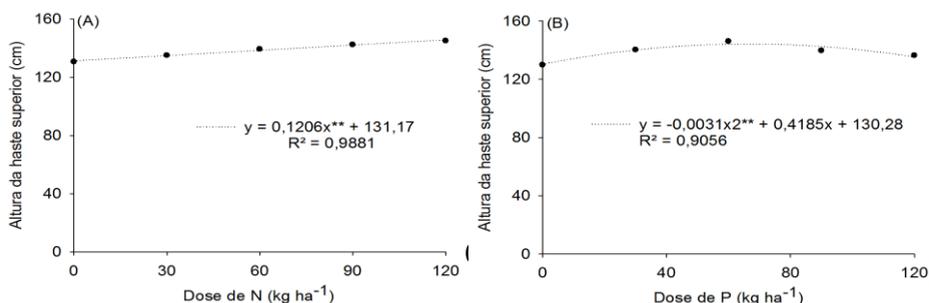


Figura 2. Altura das plantas de chia em função de cinco doses de nitrogênio (A e C) e fósforo (B e D).

Na safra 2014/2015 para a característica altura da haste superior, o nitrogênio mostrou efeito significativo e resposta linear, verificando-se variação na altura de 130,58 cm (dose de 0 kg ha⁻¹) a 144,98 cm (dose de 120 kg ha⁻¹) (Figura 3A). Enquanto o fósforo apresentou resposta quadrática, na qual a menor altura foi observada na dose de 0 kg ha⁻¹ (129,84 cm), mostrando comportamento decrescente após a dose de 60 kg ha⁻¹ (146,02 cm) (Figura 3B).

Na safra 2015/2016 para a característica altura da haste superior, não houve significância entre as doses de N e P, entretanto, ambas fontes mostraram resposta quadrática sendo máxima nas doses de 90 kg ha⁻¹ de N e 120 kg ha⁻¹ de P, respectivamente (Figura 3C e 3D).

SAFRA 2014/2015



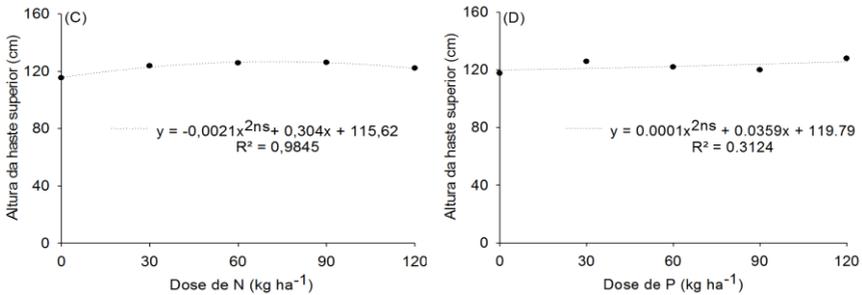


FIGURA 3. Altura da haste superior das plantas de chia em função de cinco doses de nitrogênio (A e C) e fósforo (B e D).

Na safra 2014/2015 para a característica diâmetro do caule houve significâncias entre as doses de N e P (Figuras 4A e 4B). A equação linear foi a que melhor se ajusto para o nitrogênio obtendo a maior média na dose de 120 kg ha⁻¹ (8,86 cm) e menor média na dose de 0 kg ha⁻¹ (7,22), sendo o incremento equivalente a 18,51 %. Já para o fósforo a equação que melhor se ajusto foi a quadrática alcançando maior média na dose de 60 kg ha⁻¹, com valor de 9,15 cm, sendo o incremento equivalente a 23,93% quando comparado com a dose que resulto em menor média (6,96 cm na dose de 0 kg ha⁻¹).

Na safra 2015/2016 Para a característica diâmetro do caule o nitrogênio mostrou resposta quadrática alcançando a melhor média na dose de 60 kg ha⁻¹, com 7,27 mm e menor média na dose de 0 kg ha⁻¹, com 6,01 cm (Figura 4C). Quanto à adubação fosfatada observa-se resposta quadrática com

variação de 6,58 cm a 7,17 mm, apesar de não haver diferença significativa entre as doses (Figura 4D).

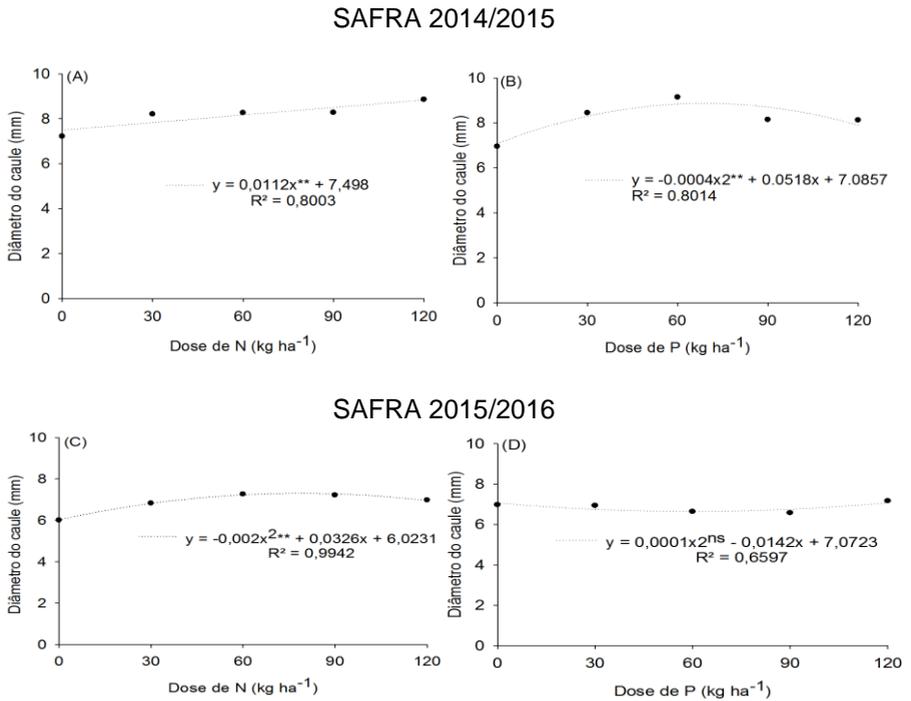


Figura 4. Diâmetro do caule das plantas de chia em função de cinco doses de nitrogênio (A e C) e fósforo (B e D).

Na safra 2014/2015 para a característica número de cachos, analisando o fator N, apesar de não haver diferença significativa, houve aumento até 90 kg ha⁻¹, com valor médio de 216,90 cachos por m² (Figura 5A). Quanto ao fator fósforo houve diferença entre as doses, sendo a equação quadrática a que melhor se ajustou, com ponto máximo na aplicação de

90 kg ha⁻¹ (227,03 cachos por m²) e menor média na dose de 0 kg ha⁻¹ com 141,17 cachos por m² (Figura 5B).

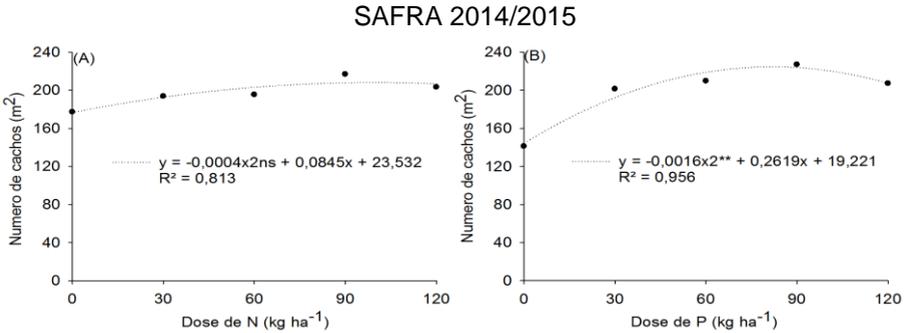


Figura 5. Número de cachos das plantas de chia em função de cinco doses de nitrogênio (A) e fósforo (B).

Na safra 2014/2015 observe interação na característica comprimento de cacho da chia com a maior média de 14,67 cm ao aplicar as doses 30 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de P. Já a menor média foi de 11 cm obtida ao aplicar doses combinadas de 60 kg ha⁻¹ de N e 0 kg ha⁻¹ de P (Figura 6).

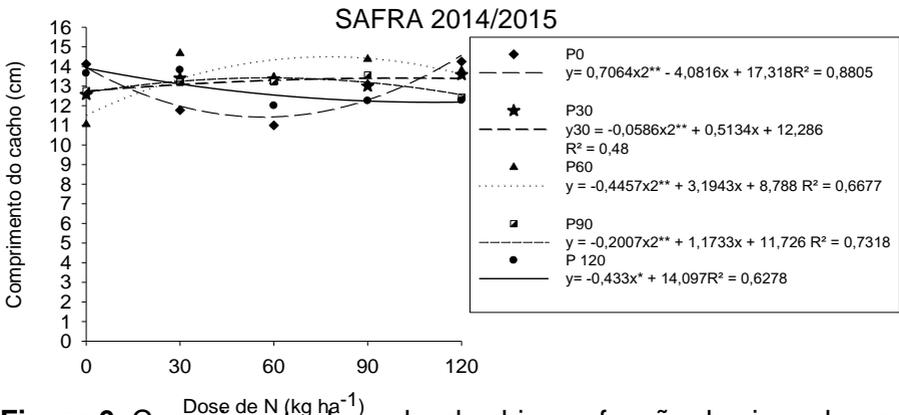


Figura 6. Comprimento do cacho de chia em função de cinco doses de nitrogênio e fósforo.

Na safra 2015/2016 para a característica comprimento do cacho, o nitrogênio mostrou resposta quadrática alcançando a melhor média na dose de 60 kg ha⁻¹, com 11,65 cm e menor média na dose de 0 kg ha⁻¹, com 10,01 cm (Figura 7A). Quanto à adubação fosfatada, observa-se resposta quadrática com variação de 10,47 cm a 11,77 cm, apesar de não haver diferença significativa entre as doses (Figura 7B).

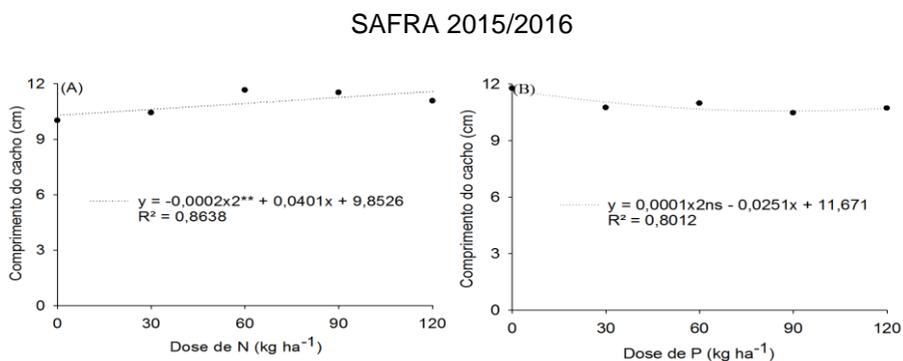


Figura 7. Comprimento do cacho das plantas de chia em função de cinco doses de nitrogênio (A) e fósforo (B).

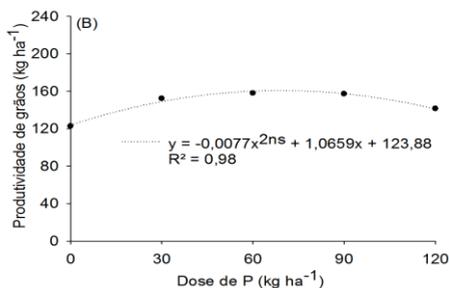
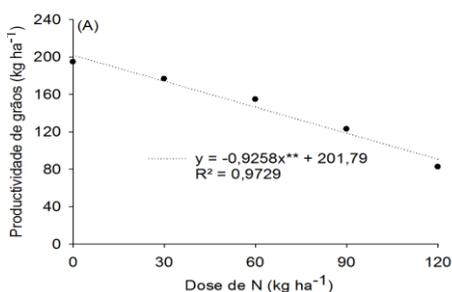
Na safra 2014/2015 para o fator nitrogênio houve efeito significativo para produtividade de grãos, que respondeu de forma linear e decrescente, com ponto de máxima em 194,57 kg ha⁻¹ na dose de 0 kg ha⁻¹ e mínima na dose de 120 kg ha⁻¹ (82,53 kg/ha⁻¹), apresentando redução de 57,58% (Figura 8A).

Em sínteses, a aplicação do nitrogênio não influenciou nas plantas da chia de forma favoráveis já que doses menores

de N propiciaram maiores resultados e doses acima de 0 kg ha⁻¹ causaram efeito inverso na produtividade. Para o fósforo não houve diferença entre as doses, sendo a equação quadrática a que melhor se ajustou, com ponto máximo de 157,87 kg ha⁻¹ estimado na dose de 60 kg ha⁻¹ e de mínima produtividade na dose de 0 kg ha⁻¹ (122,63 kg ha⁻¹) (Figura 8B). Correspondendo a um aumento de 20 %. O mesmo comportamento foi observado para as características altura da planta, altura da haste superior, diâmetro do caule e comprimento do cacho.

Na safra 2015/2016 para a característica produtividade do grão o nitrogênio mostrou resposta quadrática alcançando a melhor média na dose de 60 kg ha⁻¹, com 242,48 kg ha⁻¹ e menor média na dose de 0 kg ha⁻¹, com 121,96 kg ha⁻¹ (Figura 8C). Quanto à adubação fosfatada observa-se resposta quadrática com variação de 158,87 a 170,91 kg ha⁻¹, apesar de não haver diferença significativa entre as doses (Figura 8D).

SAFRA 2014/2015



SAFRA 2015/2016

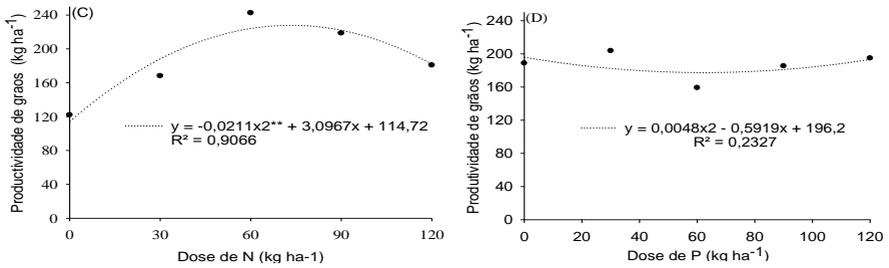


Figura 8. Produtividade de grão de chia em função de cinco doses de nitrogênio (A e C) e fósforo (B e D).

5.DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para altura da planta, altura da haste superior, diâmetro do caule, número de cachos e comprimento do cacho nas safras 2014/2015 e 2015/2016 são plausíveis já que o nitrogênio exerce funções no metabolismo vegetal favorecendo o incremento na estatura das plantas, crescimento vegetativo e expansão do caule, tendo participação diretamente em toda a estruturação morfológica da planta pelo fato do nitrogênio ser demandado na planta mais do que qualquer outro nutriente, influenciando no desenvolvimento dos drenos reprodutivos, participando na molécula de clorofila, processos fotossintéticos (BASI et al., 2011; GAZOLA et al., 2014), favorecendo acréscimos em suas diversas estruturas vegetativas e reprodutivas (SILVA et al., 2005). Costa et al. (2014) estudaram o efeito da aplicação no plantio e na manutenção de doses de nitrogênio (30, 60, 90 e 120 Kg ha⁻¹) no desenvolvimento e rendimento da espécie *Patchouli*, pertencente à família Lamiaceae, relataram que baixos níveis ou deficiência deste nutriente pode prejudicar o desenvolvimento da cultura. O que é esperado, pois a limitação de nitrogênio interfere no tamanho de todas as partes morfológicas da planta (LIMA FILHO et al., 1997). No entanto Frabboni et al. (2011) não constataram aumentos

significativos na altura de plantas de outra espécie da mesma família Lamiaceae (manjeriçã) quando se avaliaram diferentes concentrações de nitrogênio.

De acordo com Soratto et al. (2007) o aumento do diâmetro do caule em função das doses altas de N, pode ser positivo, visto que no colmo ocorre armazenamento de assimilados. Avaliando o diâmetro da espécie *Hyptis suaveolens* L. (MAIA et al., 2008) e *Ocimum selloi* Benth, (COSTA et al., 2008), ambas pertencentes a família Lamiaceae, constatou-se que o diâmetro do caule aumentou com as doses de adubação orgânica utilizadas. Espíndula et al. (2010) observou em plantas de trigo crescimento linear semelhante do diâmetro do colmo com o aumento das doses de N. No entanto Ferreira et al. (2015) ao avaliar o efeito da adubação mineral nitrogenada na produção manjeriçã (*Ocimum basilicum* L.) e Batista et al. (2014) ao avaliarem diferentes fontes de adubo na chia (*Salvia hispânica*) não observaram efeito significativo do nitrogênio nas características avaliadas.

Para a característica produtividade de grãos na safra 2014/2015 os resultados de nitrogênio mostraram-se semelhante aos obtidos por Bochicchio et al. (2015), que ao avaliarem doses de N e densidade na cultura da chia observaram decréscimo ao aumentar as doses.

Segundo Espindula et al. (2010) uma característica pode favorecer o decréscimo de outras e aumentar a competição por fotoassimilados. O que pode ter acontecido nas maiores doses de N, já que favoreceram a um maior desenvolvimento na altura da planta, altura da haste superior, diâmetro do caule e número de cachos, contribuindo para um menor enchimento e massa dos grãos, devido aos escassos fotoassimilados disponíveis. Segundo Sarmiento et al. (2002), a maior biomassa proporciona sombreamento, diminuindo, assim, a área fotossinteticamente ativa e de carboidratos. Já na safra 2015/2016 observaram acréscimos até a dose 60 kg ha⁻¹. Estes resultados no rendimento são possíveis pelo fato que a cultura está se adaptando às condições edafoclimáticas do país, onde as exigências de nitrogênio são desconhecidas, podendo às baixas doses no solo favorecer o desenvolvimento e altas doses resultar em efeito inverso na produtividade. Segundo Ayerza & Coates (2006), a chia é uma cultura que mostra ser rústica frente a condições desfavoráveis e as exigências nutricionais podem variar de acordo com a região, por isso é necessário realizar outros trabalhos para confirmação destes resultados.

De acordo com Carrubba (2009), a resposta das culturas à adubação nitrogenada varia de acordo com muitos fatores, bem como, as condições ambientais, genótipo, cultivar, tipo de

fertilizante, época de aplicação, dose, fonte e matéria orgânica disponível no solo.

Com base a isso a falta de resposta da chia sobre altas doses de N na safra 2015/2016 para todas as características avaliadas poderia ser explicado primeiramente pelo resíduo de matéria orgânica presente no solo, a qual contribuiu com parte das necessidades da planta junto com a adição da dose de 90 kg ha⁻¹ para altura das plantas e de 60 kg ha⁻¹ para diâmetro do caule, comprimento do cacho e produtividade de grãos. Ao contrário, doses elevadas junto ao teor de M.O. do solo resultaram provavelmente num consumo de luxo. Ferreira et al. (2016) relataram que quando se extrapola o nível ótimo em uma cultura pode ocorrer o consumo de luxo. Além disso, segundo Furtini Neto & Tokura (2000), o excesso de um nutriente no solo reduz a eficácia de outros e, por conseguinte pode diminuir o desenvolvimento e rendimento das culturas.

Outro aspecto que deve ser considerando são as possíveis perdas por volatilização que ocorrem frequentemente na região devido às altas temperaturas e veranicos presentes, o qual foi controlado por meio de irrigação suplementar que permitiu proporcionar humidade adequada para o solo no momento da adubação favorecendo a incorporação e maior aproveitamento do nutriente.

No desenvolvimento da chia houve também baixa presença de plantas daninhas devido ao controle químico realizado, o qual, apesar dos poucos estudos a respeito do comportamento da cultura como os diferentes herbicidas, mostrou-se eficiente no controle evitando competição por nutrientes no solo, favorecendo a maior disponibilidade de N para a planta.

Provavelmente a M.O no solo, junto com estes fatores favoreceram maior retenção do N na matriz do solo, não sendo necessária dose muito alta para alcançar maiores respostas na cultura. É importante ressaltar que estudos sobre a adubação nitrogenada na cultura da chia em solos de cerrado são iniciais e ainda são necessários a realização de outros estudos para confirmar os resultados.

Para o fator fósforo na safra 2014/2015 os resultados obtidos para altura da planta, altura da haste superior, diâmetro do caule, número de cachos também eram esperados, pelo fato de ser um elemento que participa diretamente no crescimento da planta, e tanto a ausência como excesso podem interferir em seu desenvolvimento. Segundo Machado et al. (2011), o nível de disponibilidade de P existente em solo tropicais é muito baixo ao ponto de comprometer o desenvolvimento das plantas. Altas concentrações diminuem sua absorção afetando o

requerimento e conseqüentemente, em seu desenvolvimento (WHALEN & CHANG, 2002). No entanto, em níveis adequados, promove maior altura, emissão e crescimento de folhas, além de resultar em maior área foliar, permitindo maior captação da radiação solar e incremento na produção de fotoassimilados (BONFIM-SILVA et al., 2011).

Naomi et al. (2014) estudaram o crescimento e produtividade da *Salvia officinalis* L, e observaram que o fósforo mostra efeitos significativos sobre a altura da planta sendo que os maiores resultados foram obtidos em parcelas onde foi aplicado 60 kg ha⁻¹ de P e os menores resultados onde não houve aplicação de P. Blank et al. (2006) estudando o crescimento do hortelã-pimenta (*Mentha piperita*), observaram no tratamento sem aplicação de P drástica redução na altura da planta.

Para o fator fósforo observa-se que plantas não adubada tiveram as menores alturas da haste superior (Figura 2B), mostrando que este elemento é indispensáveis para o desenvolvimento. A ausência do fósforo pode reduzir diversas funções bioquímicas importantes na fisiologia da planta (TAIZ & ZEIGER, 2013), o que pode ter contribuído negativamente na altura das hastes. Maia et al. (2008) estudando *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae) relataram que as limitações de nutrientes causaram alterações nas hastes da planta.

Segundo Bonfim-Silva et al. (2011) a deficiência de fósforo inclui a diminuição do comprimento de caule, o que influencia diretamente no porte da planta. Já concentrações adequadas de fósforo permite a produção de carboidratos e açúcares indispensáveis para composição de seus tecidos vegetais (PASTORINI et al., 2000). Segundo Coelho et al. (2007), o diâmetro do caule é uma característica de pouca relevância, porém, apresenta função importante no suporte da arquitetura das plantas diminuindo os índices de acamamento e favorecendo a colheita mecanizada. Ainda apresentam função no armazenamento e repartição diferencial de fotoassimilados pelos diferentes órgãos da planta (ALEXANDRINOI et al., 2005).

Para o fator fósforo, observa-se baixo número de cachos nas plantas deficientes. Estes resultados são plausíveis, pois este nutriente tem papel fundamental na transferência de energia da célula, na respiração e fotossíntese, além de atuar como componente estrutural nas plantas (TAIZ & ZEIGER, 2013). Desta forma, a ausência do nutriente limita o desenvolvimento e fatores de produção das culturas, principalmente na região dos cerrados (SANTOS & KLIEMANN, 2005). O decréscimo observado no número de cachos pode estar associado à rusticidade das plantas, já que

a chia é uma espécie pouco melhorada, que não responde a altas doses de fósforo.

O fósforo apresenta baixa mobilidade no solo e grande capacidade de ser adsorvido pelos minerais de argila e óxidos. Frente a esse problema, muitas espécies de plantas têm mostrado que o suprimento de fósforo é indispensável na fase inicial da vida da planta para um satisfatório rendimento da cultura (RAIJ, 2011), já que em condições de baixa concentração e disponibilidade, podem resultar em restrições das quais a planta não se recupera, mesmo aumentando-se posteriormente o suprimento de fósforo a níveis adequados. Embora não tenha verificado diferença significativa entre as diferentes doses de fósforo, observam-se maiores produtividades nos tratamentos com adubação fosfatada. Doses baixas de fósforo podem ter sido similares as maiores doses devido aos resíduos presentes no solo de culturas anteriores.

Para o fósforo na safra 2015/2016 foi observado resposta não significativa na altura da planta, altura da haste superior, comprimento do cacho, diâmetro do caule e produtividade de grãos com o incremento das doses. Sousa et al. (2013) verificaram que as doses de fósforo não influenciaram significativamente os aspectos fisiológicos do crescimento e a produção de biomassa de *Mentha piperita* L.

pertencente a família Lamiaceae. No entanto, David et al. (2007) estudando a mesma espécie, observaram variação de comportamento para muitas das variáveis avaliadas, quando submetidas a diferentes níveis de fósforo.

A falta de resposta da chia às altas doses P para todas as características avaliadas poderia ser explicado provavelmente, pelo fato da cultura ser uma espécie rústica, ou seja, pouco melhorada e não responsiva à elevadas concentrações de P. De acordo com Gómez et al. (2008) a *Salvia hispânica* L. requer um programa de resgate da espécie nativa a fim de planejar melhor seu manejo através de um futuro programa de melhoramento e evitar perda de material genético. Além disso, a falta de resposta pode estar associada a uma ligeira perda de variabilidade genética no processo de domesticação da cultura da chia, já que, atualmente, a seleção das plantas está sendo realizado partindo de plantas domesticadas (Cahill, 2004).

Outro fator que provavelmente pode ter contribuído para a ausência de resposta à adubação fosfatada é o teor do nutriente presente no solo ($0,0393 \text{ g dm}^{-3}$), o qual, juntamente com doses baixas de fósforo, tornaram-se satisfatório para o bom desenvolvimento de certas características da cultura da chia durante todo o ciclo, suprimindo a necessidade da planta e conseqüentemente não respondendo as elevadas doses de

adubação aplicadas. Isso é evidenciado analisando a característica comprimento do cacho, que apresentou a melhor média na dose de 0 kg ha⁻¹. (11,77 cm)

A resposta da chia à adubação fosfatada, neste estudo foi afetada principalmente pela disponibilidade de P no solo, devido ao histórico do uso da área, o qual mostrou uma adição de P devido aos cultivos anteriores, permitindo amortização nas doses da adubação fosfatada. De acordo com Wright (2009), a presença de fósforo é dependente tanto do manejo de solo quanto histórico de uso da área.

Para a interação de fósforo e nitrogênio foi encontrado efeito significativo unicamente para a característica comprimento do cacho na safra 2014/2015 o que é possível pela importância destes elementos essenciais no metabolismo das plantas, evidenciado pela sua participação em rotas metabólicas, formação de ATP, NADH e NADPH, clorofila, proteínas, ácidos nucleicos e enzimas desempenhando papéis fundamentais na transferência de energia na célula, fotossíntese e respiração (TAIZ & ZEIGER 2013). Os resultados obtidos são semelhantes aos descritos por Ayerza & Coates (2006), quem observaram que a chia desenvolveu-se bem em faixas entre 15 a 45 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 37 kg ha⁻¹ de fósforo na Argentina.

De forma geral, doses baixas e altas de N e P, respectivamente, podem influenciar no maior comprimento do cacho das plantas. Isso por que o nitrogênio e fosforo estão diretamente relacionados a diversos eventos metabólicos ou fazendo parte de estruturas químicas na planta; por isso, a disponibilidade desses nutrientes em condições de serem absorvidos e assimilados promove o crescimento adequado da planta (SOUZA et al., 2007).

Para confirmação dos resultados obtidos é necessário que seja realizado outros ensaios de adubação nitrogenada e fosfatada, já que a espécie está se adaptando às condições edafoclimáticas do país e da região em estudo onde as exigências nutricionais ainda são desconhecidas

6.CONCLUSÃO

As doses de 60 kg ha⁻¹ e 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio proporcionam a maior altura de planta, altura da haste superior e diâmetro do caule.

Baixas doses de 30 e 60 kg ha⁻¹ de fósforo influenciaram de forma positiva no maior desenvolvimento e produtividade na cultura da chia.

A combinação de 30 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de P favoreceu a maior comprimento de cachos.

A produtividade de grãos máxima encontrada nas doses isolada de N e P foi superior de 157 kg ha⁻¹.

7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRINO, E; GOMIDE J. A; OLIVEIRA J. A; TEIXEIRA A. C. B; LANZA D. C. F. Distribuição dos fotoassimilados em plantas de *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34 n. 5, p. 479-488, 2005.

ALI, N. M. A.; YEAP, S.; KONG, W. Y.; BEHN, B. K.; TAN, S. W. The promising future of Chia, *Salvia Hispanica*. **Journal of Biomedicine and Biotechnology**, Cairo, v. 2012 n. 1, p. 1-9, 2012.

AYERZA, R. Oil content and fatty acid composition of Chia (*Salvia hispanica* L.) from five northwestern locations in Argentina. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Champaign, v. 72, n. 9, p. 1079–1081, 1995.

AYERZA, R.; COATES, W. Dietary levels of Chia: Influence on hen weight, egg production and sensory quality, for two strains of hens. **British Poultry Science**, Arizona, v. 43 n. 2, p. 283-290, 2002.

AYERZA, R; COATES, W. Composition of chia (*Salvia hispanica*) grown in six tropical and subtropical ecosystems of South America. **Tropical Science**, Nova Jérsei, v. 44,n. 3,p. 131–135, 2004.

AYERZA, R; COATES, W. **Chia: Rediscovering a forgotten crop of the Aztecs**. Editorial: University of Arizona Press, Arizona, 2005. 215p.

AYERZA, R.; COATES, W. **Chía Redescubriendo um olvidado alimento de los aztecas**. Ed. Nuevo Extremo, Buenos Aires, 2006. 232p.

BASI, S.; NEUMANN, M.; MARAFON, F.; UENO, R. K.; SANDINI, I. E. Influência da adubação nitrogenada sobre a qualidade da silagem de milho. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v. 4, n. 3, p. 219-234, 2011.

BATISTA, R. A.; SILVA, A. V.; SARTORI, R. H.; SILVA A. M.; GIUNTI, O. D.; MORAIS, M. A.; OLIVEIRA, T. C; LOPES, L. V. S.

Crescimento da planta de chia a pleno sol com diferentes fertilizantes no município de Muzambinho/MG. In: 6ª Jornada Científica IFSULDEMINAS, **Anais: Pousos alegres/ MG**, 2014, 5p.

BLANK, A.; OLIVEIRA, A. D.; BLANK, M. F. A.; FAQUIN, V. Efeitos da adubação química e da calagem na nutrição de melissa e hortelã-pimenta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 195-198, 2006.

BOCHICCHIO, R.; ROSSI, R.; LABELLA, R.; BITELLA, G.; PERNIOLA, M.; AMATO, M. Effect of sowing density and nitrogen top-dress fertilisation on growth and yield of chia (*Salvia hispanica* L.) in a Mediterranean environment: first results. **Italian Journal of Agronomy**, Italy, v. 10 n. 3, p. 163-166, 2015.

BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; CABRAL, C. E. A.; GONÇALVES, J. M.; PEREIRA, M. T. J. Produção e morfologia da leguminosa java submetida a adubação fosfatada. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-10, 2011.

BRESSON, J. L.; FLYNN, A.; HEINONEN, M.; HULSHOF, K.; KORHONEN, H.; LAGIOU, P.; LOVIK, M.; MARCHELLI, L.; MARTIN, A.; MOSELEY, B.; PRZYREMBEL, H. Opinion on the safety of 'Chia seeds (*Salvia hispanica* L.) and ground whole Chia seeds' as a food ingredient. **EFSA Journal**, Europa, v. 7, n. 4, p. 1-26, 2009.

BUENO, M.; DI SAPIO, O.; BAROLO, M.; BUSILACCHI, H.; QUIROGA, M.; SEVERIN, C. Análisis de la calidad de los frutos de *Salvia hispánica* L. (Lamiaceae) comercializados em la ciudad de Rosario (Santa Fe, Argentina). **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas**, Santiago, v. 9, n. 3, p. 221 – 227, 2010.

BUSILACCHI, H.; QUIROGA, M.; BUENO, M.; DI SAPIO, O.; FLORES, V.; SEVERIN, C. Evaluación de *Salvia hispanica* L. cultivada en el sur de Santa Fe (República Argentina). **Cultivos Tropicales**, San José de las Lajas, v. 34, n. 4, p. 55–59, 2013.

BUSILACCHI, H.; QÜESTA, T. ZULIANI, S. La chía como una nueva alternativa productiva para la región pampeana. **Agromensajes**, Pampeana, v. 4, n. 1, p. 37-46, 2015

CAHILL, J. P. Ethnobotany of Chia, *Salvia Hispanica*. (Lamiaceae). **Economic Botany**, Nova Iorque, v. 57, n. 4, p. 604–618, 2003.

CAHILL, J. P. Genetic diversity among varieties of chia (*Salvia hispânica* L.) **Genetic Resources and Crop Evolution**, California, v. 51, n. 7, p. 773-781, 2004.

CAHILL, J. P.; EHDAIE, B. Variation and heritability of seed mass in chia (*Salvia hispânica* L.). **Genetic Resources and Crop Evolution**, Dordrecht, v. 52, n.2, p. 201–207, 2005.

CARRUBBA A. Nitrogen fertilisation in coriander (*Coriandrum sativum* L.): a review and meta-analysis. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. V. 89 n. 6, p. 921-926, 2009.

COATES, W.; AYERZA, R. Production potential of chia in northwestern Argentina. **Industrial Crops and Products**, Amsterdã, v. 5, n. 3, p. 229 – 233, 1996.

COATES, W. **Whole and Ground Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds, Chia Oil- Effects on Plasma Lipids and Fatty Acids**. In PREEDY, V. R.; WATSON, R. R.; PATEL, V. B. (Ed) *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*. San Diego: Academic Press, p. 309-314, 2011.

COELHO, C. M. M.; COIMBRA, J. L. M.; SOUZA, C. A.; BOGO, A.; GUIDOLIN, A. F. Diversidade genética em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1241-1247, 2007.

COSTA, A. G.; DESCHAMPS, C.; CÔCCO L. C.; SCHEER, A. P. Desenvolvimento vegetativo, rendimento e composição do óleo essencial do Patchouli submetido a diferentes doses de nitrogênio no plantio e manutenção. **Bioscience. Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 387-392, 2014.

COSTA, L. C. B.; PINTO, J. E. B. P.; CASTRO, E. M.; BERTOLUCCI, S. K. V.; CORRÊA, R.; REIS, E. S.; ALVES, P. B.; NICULAU, E.S. Tipos e doses de adubação orgânica no crescimento, no rendimento e na composição química do óleo essencial de elixir paregórico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2173-2180, 2008.

DAVID, F. F. S.; MISCHAN, M. M.; BOARO, C. S. F. Desenvolvimento e rendimento de óleo essencial de menta (*Mentha x piperita* L.) cultivada em solução nutritiva com diferentes níveis de fósforo **Revista Biotemas**, Botucatu-SP, v. 20 n. 2, p.15-16, 2007.

DI SAPIO, O.; BUENO; M.; BUSILACHI; H.; QUIROGA; M.; SEVERIN; C. Caracterización Marfoanatômica de Hoja, Tallo, Fruto y Semilla de *Salvia hispânica* L. (Lamiaceae). **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas**, Santiago, v. 11, n. 3, p. 249 – 268, 2012.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal, SP: UNEP, 2007, 576p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3ª ed. rev. amp. - Brasília, DF: EMBRAPA. p. 353 2013.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, M. A. DE; GROSSI, J. A. S.; SOUZA, L. T. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, p. 1404-1411, 2010.

FERNANDES, M. S. **Nutricao mineral de plantas**.1 edição. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciencia de Solos, 2006, 432p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

FERREIRA, S. D.; ECHER M. M.; BULEGON L. G.; PASTÓRIO M. A.; EGEWARTH, V. A.; YASSUE, R. M.; ACHREI D. Influência da

adubação nitrogenada e época de cultivo sobre o rendimento de folhas de manjerição (*Ocimum basilicum* var. verde Toscana) para fins medicinais. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Párana, v. 20, n. 4, p. 393-395, 2015.

FERREIRA, S. D.; BULEGON, L.G.; YASSUE, R.M.; ECHER, M.M. Efeito da adubação nitrogenada e da sazonalidade na produtividade de *Ocimum basilicum* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 67-73, 2016

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal, SP: UNEP, 2007, 576p.

FRABBONI, L. G.; SIMONE, G.; RUSSO, V. The influence of different nitrogen treatments on the growth and yield of basil (*Ocimum basilicum* L.) **Journal of Chemistry and Chemistry Engineering**, Italy, v. 5, n. 1, p. 799-803, 2011.

FURTINI, NETO, A.E.; TOKURA, A.M. **Fertilidade e adubação de plantas medicinais**. Lavras: Editora da Universidade Federal de Lavras, v. 1, 2000, 81p.

GAZOLA, D.; ZUCARELI, C.; SILVA, R.R.; FONSECA, I.D. de B. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Paraná, v. 18, n. 7, p. 700-7007, 2014.

GOMEZ, H. J. A.; COLIN, M. S. Caracterización Morfológica de Chia (*Salvia hispanica*). **Revista Fitotecnia**, México, v. 31 n. 2 p. 105-113, 2008.

GONZÁLEZ, V.; MARTÍNEZ, V.; MUÑOZ, L. PLOPER, D. L. Patógenos detectados en el cultivo de chía (*Salvia officinalis* L.) en las provincias de Tucumán y Salta. **Avance agroindustrial**. V. 31 n. 4, p. 36-39, 2010.

GUERRA, C. A.; MARCHETTI, M.E.; ROBAINA, A.D.; SOUZA, C.F.; GONÇALVES, M.C.; NOVELINO, J.O. Qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação com fósforo, molibdênio

e cobalto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá – PR, v. 28, n. 1, p. 91-97, 2006.

IXTAINA, V. Y.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C. Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **Industrial Crops and Products**, New York, v. 28, n. 3, p. 286 – 293, 2008.

JIMÉNEZ, F. E. G. **Caracterización de compuestos fenólicos presente en la semilla y aceite de chía (*Salvia hispanica* L.), mediante electroforesis capilar**. 2010. 101p. Tesis (Mestrado em Ciências em Alimentos) Instituto Politécnico Nacional Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Cidade do México, 2010.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la terra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948, 479p.

LIMA FILHO, O. F.; MALAVOLTA, E. Sintomas de desordens nutricionas em estévia *Stevia reubadiana* (Bert.). **Bertoni. Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 54, n. 1, p. 53-61, 1997.

LOPES, A. S.; WIETHÖLTER, S.; GUIMARÃES, G. L. R.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto: base para o manejo de fertilidade do solo**. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2004, 115p

MAIA, S. S. S.; PINTO, J. E. B.; SILVA, F. N.; Oliveira, C. Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo do bamburral (*Hyptis suaveolens* (L.) Poit.) (Lamiaceae). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 4, p. 327-331, 2008.

MACHADO, V. J.; SOUZA, C. H. E.; ANDRADE, B. B.; LANA, R. M. Q. e KORNDORFER, G. H. Curvas de disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 70-76, 2011.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006, 638p.

MENEGHIN, M. F. S.; RAMOS, M. L. G.; OLIVEIRA, S. A. DE; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q.; AMABILE, R. F. Avaliação da disponibilidade de nitrogênio no solo para o trigo em latossolo vermelho do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.3 2, n. 5 p. 1941-1948, 2008.

MIGLIAVACCA, R. A.; VASCONCELOS, A. L. S.; SANTOS, C. L.; BAPTISTELLA, JOÃO L. C. **Uso da cultura da chia como opção de rotação no sistema de plantio direto**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, Bonito. Anais. Brasília: Embrapa, Piracicaba, p.118, 2014.

MIRANDA, F. **Guia Técnica para el Manejo del Cultivo de Chia (Salvia hispánica) en Nicaragua**. Sébaco: Central de Cooperativas de Servicios Múltiples Exportación e Importación Del Norte (Cecoopsemein RL.), 2012. 14p. Disponível em: http://cecoopsemein.com/Manual_de_poduccion_de_CHIA_SALVIA_HISPANICA.pdf. Acesso em: 18 Dic. 2015.

MOURA, J. B.; VENTURA, M. B. A.; CABRAL, J. S. R.; AZEVEDO, W. R.; Adsorção de Fósforo em Latossolo Vermelho Distrófico sob Vegetação de Cerrado em Rio Verde-Go. **Technological and Environmental Science**. Rio verde, v. 4, n. 3, p. 199-208. 2015.

NAOMI, R. B.; MWANARUSI, S.; MUSYOKA, I. F. Effects of nitrogen, phosphorus and irrigation regimes on growth and leaf productivity of sage (*Salvia officinalis* L.) in Kenya. **Annals of Biological Research**, Kenya, v. 5, n. 2 p. 84-91, 2014.

PEIRETTI, P. G.; GAI, F. Fatty Acid and Nutritive Quality of Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds and Plant During Growth. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 148, n. 2-4, p. 267-275, 2009.

PASTORINI, L. H.; BACARIN, M. A.; LOPES, N. F.; LIMA, M. G. S. Crescimento inicial de feijoeiro submetido a diferentes doses de fósforo em solução nutritiva. **Revista Ceres**, v. 47, n. 270, p. 219-228, 2000.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13 edição. Sao Paulo: Nobel, 2000, 479 p.

PINTO F. A.; SOUZA E.D.; PAULINO H. B.; CURI N., CARNEIRO M. A. C. P-Sorption and desorption in savanna Brazilian soils as a support for phosphorus fertilizer management. Lavras, **Ciênc. Agrotec**, v. 37, n. 6, p. 521-530, 2013.

POZO, S. A. **Alternativas para el control químico de malezas anuales en el cultivo de la Chía (*Salvia hispánica*) en la Granja Ecaa, provincia de Imbabura**. 2010. 113f. Tesis (Ingeniera Agropecuaria) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. 2010.

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

SANTOS, E. A.; KLIEMANN, H. J. Disponibilidade do fósforo de fosfatos naturais em solos de cerrado e sua Avaliação por extratores químicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 3, p. 139-146, 2005.

SARMENTO, P.; CORSI, M.; CAMPOS, F. P. de. Dinâmica do surgimento de brotos de alfafa em função de diferentes fontes de fósforo, da aplicação de gesso e do momento de calagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p.1103-1116, 2002.

SILVA, E. C. DA; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G. L.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 3, p. 353-362, 2005.

SORATTO, R. P.; CARDOSO, S. M.; SILVA, Â. H.; COSTA, T. A. M.; PEREIRA, M.; CARVALHO, L. A. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do painço (*Panicum miliaceum* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1661-1667, 2007.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 edição. Embrapa, Brasília, 2004, 416p.

SOUZA, G. S.; OLIVEIRA, U. C.; SILVA, J. S.; LIMA, J. C. Crescimento, produção de biomassa e aspectos fisiológicos de plantas de *Mentha piperita* L. cultivadas sob diferentes doses de fósforo e malhas coloridas. **Sci Technol**, Rio Verde, v. 6, n. 3, p. 35-44, 2013.

SOUZA, M. A. A.; ARAÚJO, O. J. L.; FERREIRA, M. A.; STARK, E. M. L. M.; FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R. Produção de biomassa e óleo essencial de hortelã em hidroponia em função de nitrogênio e fósforo. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 25 n. 1, p. 41-48 2007.

STORCK, L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; LÚCIO, A. D.; MISSIO, E. L.; RUBIN, S. A. L. Experimental precision evaluation of soybean cultivar yield trials. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 3, p. 572-578, 2010.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 edição. Artmed, 2013. p.954.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M. T; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; BENETT. C. G. S. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 8 p. 797-804, 2010.

VILELLA P. M.; SILVA A. V.; GIUNTI O. D.; FIGUEIREDO J. D.; SARTORI R. H.; SANTOS C. S.; BATISTA R. A.; SILVA A. M. Produtividade de chia a pleno sol no inverno com diferentes fertilizantes no sul de Minas Gerais. In: 7ª Jornada Científica e Tecnológica do IFSULDEMINAS 4º Simpósio de Pós-Graduação. **Anais: Pouso alegre/ MG**, 2015.

WHALEN, J. K.; CHANG, C. Phosphorus sorption capacities of calcareous soils receiving cattle manure applications for 25 years. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 33, n. 7, p. 1011-1026, 2002.

WRIGHT, A.L. Soil phosphorus stocks and distribution in chemical fractions for long-term sugarcane, pasture, turfgrass, and forest

systems in Florida. **Nutr Cycling Agroecosyst**, Florida, v. 83, n. 33, p. 223-231, 2009.

ZAVALÍA, R.; FUENTES, J.; WALTER A.; RODRÍGUEZ, M.; MORANDINI R.; VEVANI, M. Desarrollo del cultivo de chía en Tucumán, República Argentina. **Avance agroindustrial**, Tucumán, v. 32 n. 4, p. 27 – 30, 2009.

8.CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre os principais problemas encontrados estão à falta de informações a respeito do manejo da cultura, porém o presente estudo forneceu as informações sobre a recomendação das doses de nitrogênio e fósforo para a cultura da chia no Brasil. Deste modo os resultados contidos nesta pesquisa podem subsidiar futuros estudos de adubação que venham conter a cultura da chia no estado do Tocantins. Trabalhos sobre o melhoramento genético nesta cultura serão de muita importância para garantir uma maior resposta desta espécie frente à adubação nitrogenada, fosfatada e uniformidade de colheita.