

Adubação nitrogenada em plantas medicinais de *Salvia hispanica* L. (chia) em Gurupi, Tocantins, BrasilFertilización nitrogenada en plantas medicinales de *Salvia hispanica* L. (chia) en Gurupi, Tocantins, BrasilNitrogen fertilization of medicinal plants of the species *Salvia hispanica* L. (chia) in Gurupi, Tocantins, BrazilGuillermo Arturo Herrera Chan¹ <https://orcid.org/0000-0003-1093-4125>Rodrigo Ribeiro Fidelis^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-7306-2662>Taynar Coelho de Oliveira Tavar¹ <https://orcid.org/0000-0002-2202-9264>Marília Barcelos Souza Lopes¹ <https://orcid.org/0000-0002-9530-6947>Kleycianne Ribeiro Marques¹ <https://orcid.org/0000-0002-8559-1641>Wagner Augusto Rauber¹ <https://orcid.org/0000-0002-2517-124X>¹Universidade Federal do Tocantins. Tocantins, Brasil.

*Autor para la correspondência: fidelisrr@uft.edu.br

RESUMO**Introdução:** O cultivo chia (*Salvia hispanica* L.) no Brasil ainda é recente e são poucas as informações contidas na literatura em relação às práticas, exigências nutricionais e manejo da cultura nos climas e solos brasileiros.**Objetivo:** Avaliar o efeito da adubação nitrogenada no desenvolvimento e produtividade de chia, em solos de cerrado, na região sul do Tocantins.**Métodos:** Realizou-se dois ensaio na área experimental da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi- TO, nas safras 2014/15 e 2015/2016. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com cinco doses de nitrogênio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹) e quatro repetições. Aos 145 dias após emergência foram avaliadas as características altura da planta, altura da haste superior, diâmetro do caule, comprimento do cacho e produtividade de grãos.**Resultados:** Na cultura da chia, o desenvolvimento e produtividade das safras 2014/2015 e 2015/2016 foram influenciadas pela adubação nitrogenada.**Conclusão:** Após a análise dos resultados observou-se que as doses as 60 e 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio influenciaram no maior desenvolvimento da altura de planta, altura da haste superior e diâmetro do caule. A produtividade de grãos máxima encontrada nas doses nitrogênio foi superior de 240 kg ha⁻¹.**Palavras chave:** *Salvia hispanica*; adubação; dose; nitrogênio; produtividade.**RESUMEN****Introducción:** El cultivo de la chia (*Salvia hispanica* L.) en Brasil aun es reciente y son pocas las informaciones contenidas en la literatura en relación a las

prácticas, exigencias nutricionales y manejo de la cultura en los climas y suelos brasileiros.

Objetivo: Evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en el desarrollo y productividad de la chia, en suelos de cerrado, en la región sur de Tocantins.

Métodos: Se realizaron dos ensayos en el área experimental de la Universidad Federal de Tocantins, Campo de Gurupi- TO, en los años 2014/2015 y 2015/2016. El delineamiento experimental utilizado fue enteramente casualizado con cinco dosis de nitrógeno (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹) y cuatro repeticiones. Las características evaluadas fueron: altura de planta, altura de la última ramificación, diámetro del caule, longitud de ramilletes y productividad de granos.

Resultados: En la cultura de la chia, el desarrollo y la productividad de las cosechas 2014/2015 y 2015/2016 fueron influenciadas por la fertilización nitrogenada. **Conclusión:** Después del análisis de los resultados se observó que las dosis 60 y 120 kg ha⁻¹ de nitrógeno influenciaron en el mayor desenvolvimiento de la altura de planta, altura de la última ramificación y diámetro del caule. La productividad de granos máxima encontrada en las dosis de nitrógeno fue superior de 240 kg ha⁻¹.

Palabras clave: *Salvia hispanica*; dosis; fertilización; nitrógeno; productividad.

ABSTRACT

Introduction: Cultivation of chia (*Salvia hispanica* L.) is of recent introduction in Brazil, and little information is available in the literature about its practices, nutritional demands and management in Brazilian climates and soils.

Objective: Evaluate the effect of nitrogen fertilization on the development and productivity of chia cultivation in cerrado soils from southern Tocantins.

Methods: Two assays were conducted in the experimental area at the Federal University of Tocantins, Gurupi-TO Campus, in the periods 2014-2015 and 2015-2016. Entirely casualized experimental delineation was used, with five nitrogen doses (0, 30, 60, 90 and 120 kg ha⁻¹) and four repetitions. The characteristics evaluated were plant height, height of the last branch, stem diameter, length of flower stalks and grain productivity.

Results: In chia cultivation, crop development and productivity in the periods 2014-2015 and 2015-2016 were influenced by nitrogen fertilization.

Conclusions: Analysis of the results revealed that the 60 and 120 kg ha⁻¹ nitrogen doses increased plant height, height of the last branch and stem diameter. The maximum grain productivity found in the nitrogen doses was above 240 kg ha⁻¹.

Keywords: *Salvia hispanica*, dose, fertilization, nitrogen, productivity.

Recibido: 07/11/2017

Aceptado: 27/02/2020

Introdução

A escolha de novas espécies e sua adaptação em outros países é um desafio muito grande já que é importante considerar certas características, tais como rápido desenvolvimento, tolerância à seca, resistência a pragas doenças, alta relação C/N, diversidade de utilização e maior demanda do produto. A cultura da chia (*Salvia hispanica L.*) apresenta características bastante promissoras nesses aspectos que favorece seu estabelecimento no Brasil. Tornando-se alternativa para os produtores no país.

O cultivo de chia está ganhando popularidade no mercado nacional e internacional, pois é uma planta medicinal rica em ácidos graxos, omega-3, omega-6, hidratos de carbono, fibra e minerais e pela sua grade capacidade antioxidante.⁽¹⁾ Além disso, possui entre 19 % e 23 % de proteínas, o que a diferencia dos grãos de cereais tradicionais (aveia, trigo, cevada e Centeno), sendo também fonte de vitaminas B.^(2,3) Há evidências que o consumo da semente traz benefício na saúde.

A chia é cultivada na Guatemala, Colômbia, Bolívia, Austrália, Paraguai, Nicarágua, Perú, México e Argentina, com realce para as regiões de Jujuy, Tucumán, Salta e Catamarca.⁽⁴⁾ No Brasil, regiões do oeste Paranaense e noroeste do Rio Grande do Sul começaram a plantar a cultura, obtendo resultados promissores apesar da falta de informação a respeito das exigências nutricionais da planta.⁽⁵⁾ No entanto, há poucos trabalhos relacionados ao manejo agrônômico em plantas medicinais de chia, sendo a maioria voltados à composição nutricional das sementes, importância para a alimentação humana e benefícios para a saúde. 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.⁽⁶⁾ Para esta espécie ainda não foram estabelecidas com precisão os requerimentos de adubação, por isso, se faz necessário mais pesquisas sobre técnicas agrônômicas para a cultura.⁽⁷⁾ Principalmente em solos tropicais brasileiros onde o suprimento natural de nutrientes no solo é insatisfatório para o adequado crescimento das plantas.^(8,9)

O nitrogênio é um macronutriente essencial para as plantas, faz parte das rotas metabólicas, compostos, principalmente das proteínas, e também participa diretamente da fotossíntese e composição da clorofila.^(10,11) Solos brasileiros não suprem inteiramente a demanda do nutriente, sendo necessário, portanto, a complementação com fertilizantes nitrogenados. Todavia, a adubação requer cuidados no que concerne à época e às doses de aplicação, pelo fato de elevadas doses resultar em acamamento, dificultar a colheita e provocar queda na produção e baixas doses em clorose gradual das folhas mais velhas, redução do crescimento, além de limitar a produtividade das plantas.^(12,13)

No Brasil, são insipientes as pesquisas que proporcionem informação sobre o efeito de níveis de adubação nitrogenada, que possa definir os requerimentos

nutricionais adequados da cultura, para obtenção de um bom desenvolvimento e altas produtividades em solos de cerrado.

Diante o exposto objetivou-se avaliar os efeitos da adubação nitrogenada no desenvolvimento e produtividade da chia, em solos de Cerrado, na região sul do Tocantins.

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.⁽¹⁴⁾ O clima da região é do tipo megatérmico com chuvas de verão e inverno seco.⁽¹⁵⁾ 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.

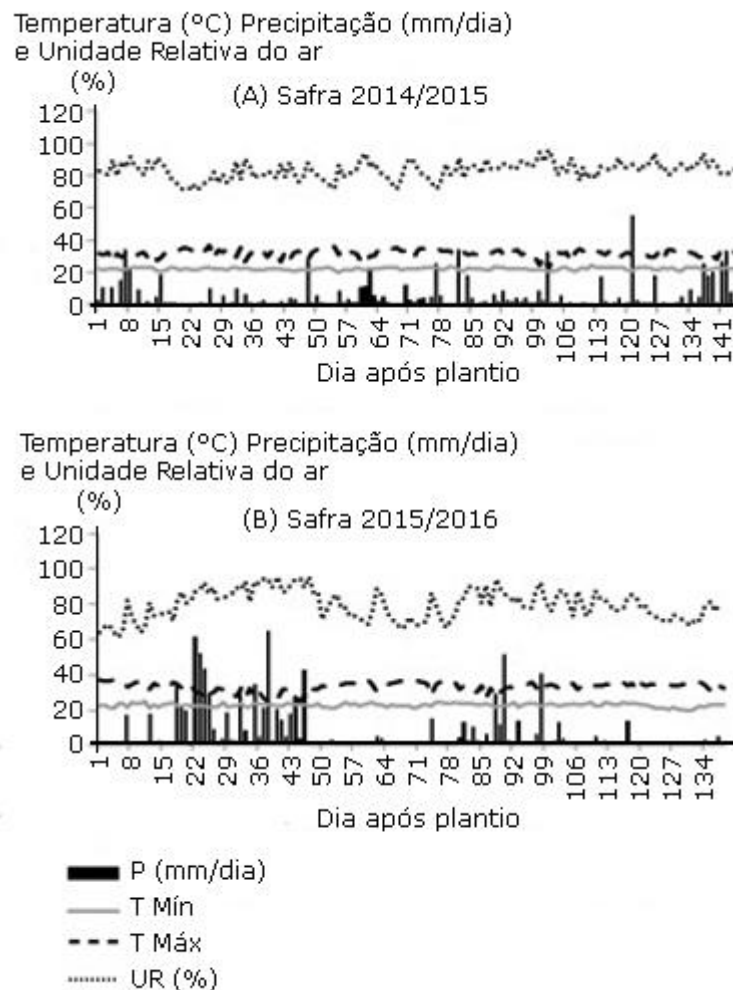


Fig. 1-Valores médios diários de temperaturas (°C), total diário de precipitação

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. 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 com cinco doses de nitrogênio (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha^{-1}). 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.

Para ambos ensaios a adubação nitrogenada, foi realizada aplicando-se as doses em cobertura, parceladas duas vezes, aplicando a metade de cada dose aos 50 dias e aos 70 dias após emergência (DAE), utilizando como fonte ureia 45 % de N. A adubação potássica e fosfatada foi realizada na base. Sendo aplicado 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 , na forma de superfosfato triplo e 60 kg ha^{-1} de K_2O , na forma de cloreto de potássio.

Utilizaram-se sementes de chia proveniente de produtores da região de Katueté - Paraguai. Utilizando 3 gramas em 4 metros lineares, visando alcançar uma 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.

O controle de plantas daninhas na safra 2014/2015 foi realizado com capinas manuais aos 20 e 40 dias após emergência, fase na qual as plântulas são sensíveis a aplicações de herbicidas. Além disso, foram feitas aplicações de herbicida com princípio ativo Clethodim (0,30 L p.c. ha^{-1}) aos 60 e 75 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 30 dias após emergência e a aplicação de herbicida com princípio ativo Clethodim (0,30 L p.c. ha^{-1}) aos 45 dias após emergência.

A cultura mostrou-se sensível a pragas comuns de outras espécies, sendo feitas duas aplicações de inseticida antes do enchimento do grão aos 60 e 80 dias após emergência para o controle de lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), vaquinha verde amarela (*Diabrotica speciosa*) e mosca branca (*Bemisia tabaci*)

sendo usado Alfacipermetrina ($0,5 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) e Diflubenzuron - Fenil-uréia ($3,6 \text{ g i.a. ha}^{-1}$), para o controle de lagarta e vaquinha, e para o controle de mosca Acetamiprid ($75 \text{ g i.a. ha}^{-1}$).

Devido ao veranico presente nos últimos anos em ambos casos foi instalado um sistema de irrigação por aspersão convencional fixo. Ambos funcionando a uma pressão de 20 mca a cada dois dias, propiciando lâmina d'água de $5,2 \text{ mm/hora}$. 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.

As colheitas foram realizadas manualmente aos 145 dias após a semeadura, colhendo-se a área útil quando os cachos atingiram 90 % de coloração marrom obscura.

Para avaliação das características fitotécnicas, amostraram-se dez plantas representativas da área útil de cada parcela. As características avaliadas foram: 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.⁽¹⁶⁾

Resultados

Na safra 2014/2015 quanto à altura de plantas apresentou efeito significativo e 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 $179,13 \text{ cm}$, e a menor média na dose 0 kg ha^{-1} , com $166,14 \text{ cm}$ (Figura 2A). Na safra 2015/2016 a característica altura de plantas, apresentou efeito significativo e aumentou de forma quadrática, em relação às doses de N aplicadas, alcançando a melhor média na dose de 90 kg ha^{-1} , com $170,62 \text{ cm}$ e menor média na dose de 0 kg ha^{-1} , com $146,52 \text{ cm}$ (Figura 2C). Ressalta-se que no desenvolvimento da chia não houve acamamento de plantas mesmo com aplicação das maiores doses de N. Na safra 2014/2015 a característica altura da haste superior, mostrou efeito significativo e ajuste linear, em resposta à aplicação de N. Observando a maior altura das plantas na dose máxima de nitrogênio aplicada, de 120 kg ha^{-1} com

144,98 cm, e a menor média na dose 0 kg ha⁻¹, com 130,58 cm (Figura 2B). Na safra 2015/2016 para a característica altura da haste superior, não houve efeito significativo entre as doses de N, verificando-se variação na altura de 115,31 cm (dose de 0 kg ha⁻¹) a 126,02 cm (dose de 90 kg ha⁻¹) (Figura 2D).

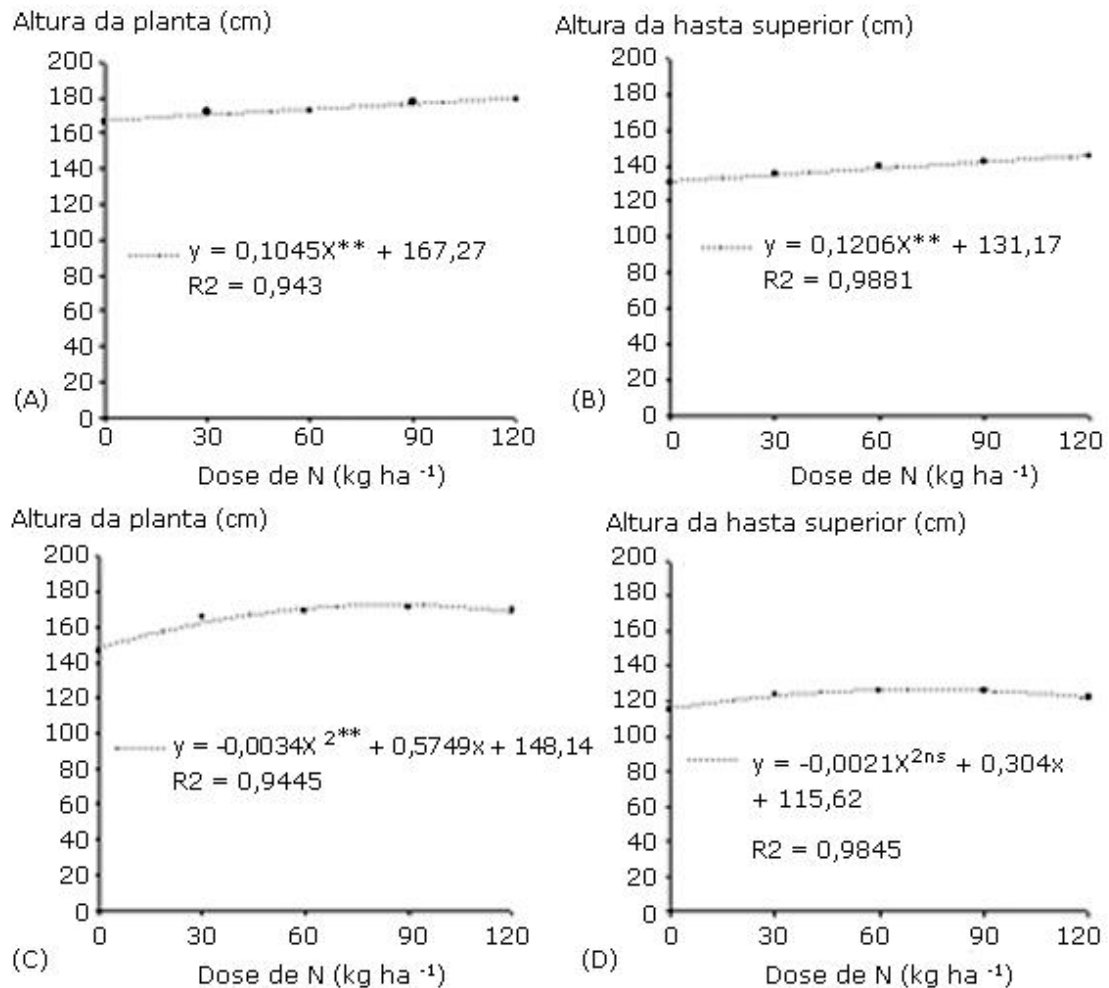


Fig. 2- Altura das plantas e Altura da haste superior da chia em função de cinco doses de nitrogênio, safra 2014/2015 (A e B) e safra 2015/2016 (C e D).

Na safra 2014/2015 para a característica diâmetro do caule houve significância entre as doses de N (Figura 3A). A equação linear foi a que melhor se ajusto, 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 %. Na safra 2015/2016 a característica diâmetro do caule apresentou efeito significativo e ajuste quadrática em relação às doses de N aplicadas, 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 3C).

Na safra 2014/2015 a característica comprimento do cacho, não houve efeito significativo entre as doses de N, não entanto, verificou-se variação no comprimento de 12,60 cm (dose de 60 kg ha⁻¹) a 13,37 cm (dose de 120 kg ha⁻¹)

(Figura 3B). Na safra 2015/2016 a característica comprimento do cacho, apresentou efeito significativo e ajuste quadrática em relação às doses de N aplicadas, 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 3D).

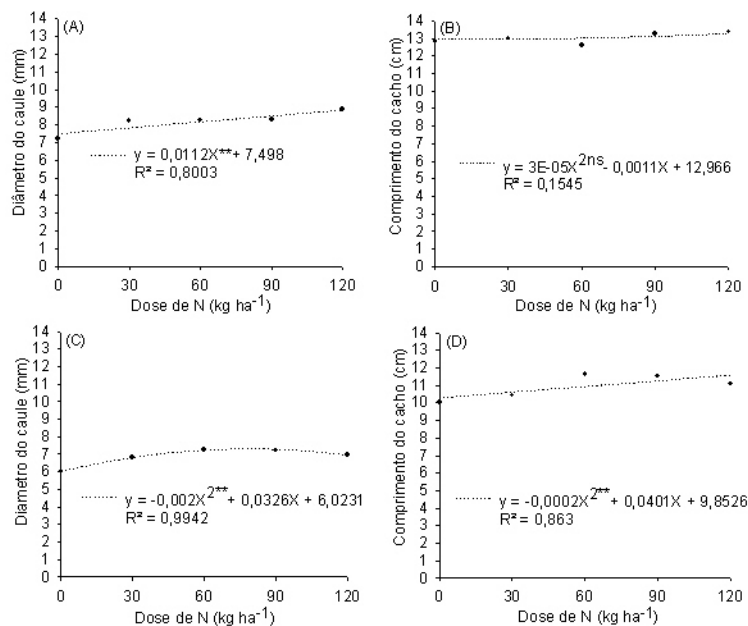


Fig. 3- Diâmetro do caule e Comprimento do cacho da chia em função de cinco doses de nitrogênio safra 2014/2015 (A e B) e safra 2015/2016 (C e D).

Na safra 2014/2015 houve efeito significativo para produtividade de grãos, que respondeu de forma linear e decrescente à aplicação de N, 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 4A). Na safra 2015/2016 a característica produtividade do grão apresentou resposta significativa e ajuste quadrática em relação às doses de N aplicadas, 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 4B).

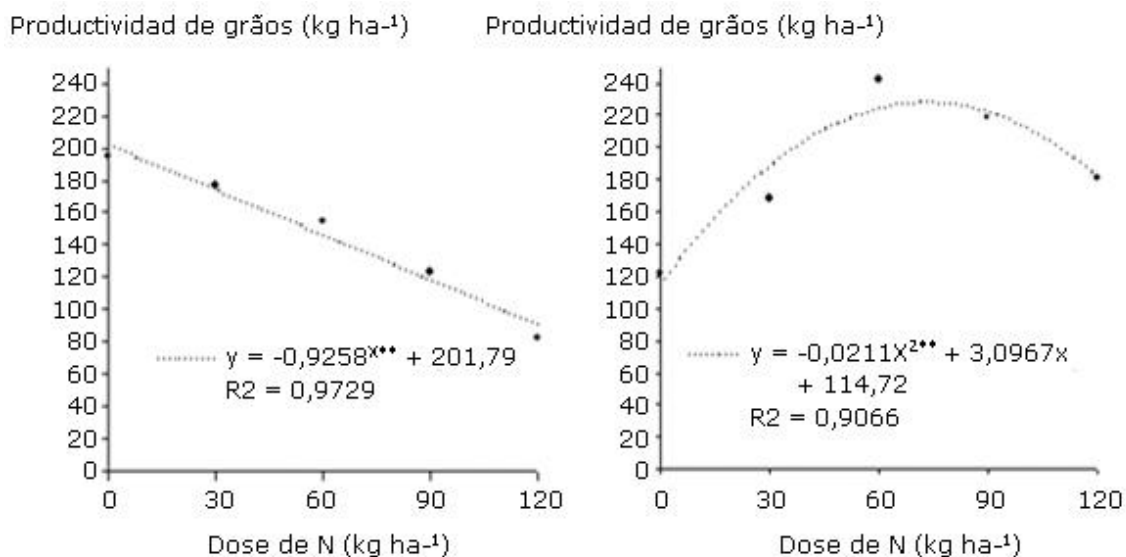


Fig. 4- Produtividade de grão de chia em função de cinco doses de nitrogênio safra 2014/2015 (A) e safra 2015/2016 (B).

Discussão

Os resultados obtidos para altura da planta, altura da haste superior, diâmetro do caule 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,^(17,18) favorecendo acréscimos em suas diversas estruturas vegetativas e reprodutivas.⁽¹⁹⁾ Costa et al.⁽²⁰⁾ 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 e 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.⁽²¹⁾ No entanto Frabboni et al.⁽²²⁾ 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.⁽²³⁾ 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.⁽²⁴⁾ e *Ocimum selloi* Benth,⁽²⁵⁾ ambas pertencentes a família Lamiaceae, constatou-se que o diâmetro do caule aumentou com as doses de adubação orgânica utilizadas. Espíndula et al.⁽²⁶⁾ observaram em plantas de trigo crescimento linear semelhante

no diâmetro do caule com o aumento das doses de N. No entanto *Ferreira et al.*⁽²⁷⁾ ao avaliarem o efeito da adubação mineral nitrogenada na produção manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) 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 *Bohicchio et al.*⁽⁷⁾ que ao avaliarem doses de N e densidade na cultura da chia observaram decréscimo ao aumentar as doses.

Segundo *Espindula et al.*⁽²⁶⁾ 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 e diâmetro do caule, contribuindo para um menor enchimento e massa dos grãos, devido aos escassos fotoassimilados disponíveis. Segundo *Sarmiento et al.*⁽²⁸⁾ 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 e Coates*⁽³⁾ 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. 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.^(27,29)

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.*⁽³⁰⁾ relataram que quando se extrapola o nível ótimo em uma cultura pode ocorrer o consumo de luxo. Além disso, o excesso de um nutriente no solo reduz a eficácia de outros e, por conseguinte pode diminuir o desenvolvimento e rendimento das culturas.⁽³¹⁾

Outro aspecto que deve ser considerado 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 umidade 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 em comparação a safra passada, 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

Na cultura da chia as doses 60 e 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio influenciaram no maior desenvolvimento da altura de planta, altura da haste superior e diâmetro do caule. A produtividade de grãos máxima encontrada nas doses nitrogênio foi superior de 240 kg ha⁻¹. Sendo recomendo a aplicação de elevadas doses de nitrogênio quando o objetivo final é um maior desenvolvimento e não sendo recomendado o uso de elevadas doses quando o objetivo final é obtenção de altas produtividades desta planta medicinal.

Agradecimentos

CONACYT México pelo apoio financeiro.

Referências bibliográficas

1. Ali NM, Yeap SK, Ho WY, Beh BK, Tan SW, Tan SG. The promising future of Chia, *Salvia hispanica* L. J. Biomed. Biotechnol. 2012;2(1):1-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2012/171956>
2. Ayerza R, Coates W. Dietary levels of Chia: Influence on hen weight, egg production and sensory quality, for two strains of hens. Br. Poult. Sci. 2002;43(2):283-90. <http://dx.doi.org/doi.org/10.1080/00071660120121517>
3. Ayerza R, Coates W. Chía Redescubriendo um olvidado alimento de los aztecas. México D.F.: Nuevo Extremo; 2007.
4. Basi S, Neumann M, Marafon F, Ueno RK, Sandin IE. Influência da adubação nitrogenada sobre a qualidade da silagem de milho. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias. 2011 [acceso: 22/03/2017];4(3):219-234. Disponible en: <http://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/1433>
5. Bochicchio R, Rossi R, Labella R, Giovann, 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. 2015;10(3):163-166. DOI: <http://dx.doi.org/doi.org/10.4081/ija.2015.640>
6. Busilacchi H, Bueno M, Severin C, Di Sapio O, Quiroga M, Flores V. Evaluacion de *Salvia hispanica* L. cultivada en el sur de Santa Fe (República Argentina).

- Cultivos Tropicales. 2013 [acceso: 22/03/2017];34(4):55-9. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-9362013000400009
7. Carrubba A. Nitrogen fertilisation in coriander (*Coriandrum sativum* L.): a review and meta-analysis. *J. Sci. Food Agric.* 2009;89(6):921-926. DOI: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.3535/full>
8. Coates W. Whole and Ground Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds, Chia Oil- Effects on Plasma Lipids and Fatty Acids. San Diego: Academic Press; 2011.
9. Costa AG, Deschamps C, Côcco LC, Scheer AP. Desenvolvimento vegetativo, rendimento e composição do óleo essencial do Patchouli submetido a diferentes doses de nitrogênio no plantio e manutenção. *Biosci. J.* 2014 [acceso: 22/03/2017];30(2);387-92. Disponible en: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/17977/13753>
10. Costa LCB, Pinto JEBP, Castro EM, Bertolucci SKV, Corrêa R, Reis ES, *et al.* Tipos e doses de adubação orgânica no crescimento, no rendimento e na composição química do óleo essencial de elixir paregórico. *Cienc. Rural.* 2008;38(8):2173-80. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0103-84782008000800013>
11. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3ª ed. Brasília, DF: EMBRAPA; 2013.
12. Espindula MC, Rocha VS, Souza MA, Grossi JAS, Souza LT. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. *Ciênc. agrotec.* 2010;(34):1404-11. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1413-70542010000600007>
13. Ferreira DF. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium.* 2008 [acceso: 22/03/2017];6(2):36-41. Disponible en: <http://www.dex.ufla.br/~danielff/meusarquivospdf/art63.pdf>
14. Ferreira SD, Echer MM, Bulegon LG, Pastório MA, Egewarth VA, Yassue RM, *et al.* Influência da adubação nitrogenada e época de cultivo sobre o rendimento de folhas de manjeriço (*Ocimum basilicum* var. verde Toscana) para fins medicinais. *Rev Cubana Plant Med.* 2015 [acceso: 22/03/2017];20(4):393-395. Disponible en: <http://www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/279/142>
15. Ferreira SD, Bulegon LG, Yassue RM, Echer MM. Efeito da adubação nitrogenada e da sazonalidade na produtividade de *Ocimum basilicum* L. *Rev Cubana Plant Med.* 2016;18(1):67-73. DOI: http://doi.org/10.1590/1983-084X/15_035
16. Frabboni LG, 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.* 2011 [acceso: 22/03/2017];5(1):799-803. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/293227515_The_influence_of_different_nitrogen_treatments_on_the_growth_and_yield_of_Basil_Ocimum_basilicum_L

17. Furtini Neto AE, Tokura AM. Fertilidade e adubação de plantas medicinais. Lavras: Editora da Universidade Federal de Lavras; 2000.
18. Gazola D, Zucareli C, Silva RR, Fonseca ICB. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. Rev. bras. eng. agríc. ambient. 2014;18(7):700-707. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1415-43662014000700005>
19. Köppen W. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica; 1948.
20. Lima Filho OF, Malavolta E. Sintomas de desordens nutricionas em estévia *Stevia reubadiana* (Bert.). Bertoni. Sci. Agric. 1997;54(1):53-61. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0103-90161997000100008>
21. Maia SSS, Pinto JEB, Silva, FN, Oliveira C. Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo do bamburral (*Hyptis suaveolens* L.) Poit.) (Lamiaceae). Rev. Bras. Ciênc. Agrárias. 2008 [acceso: 22/03/2017];3(4):327-331. Disponible en: <http://www.agraria.pro.br/ojs-2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=547>
22. Malavolta E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Ceres; 2006.
23. Meneghin MFS, Ramos MLG, Oliveira AS, Ribeiro Júnior WQ, Amabile RF. Avaliação da disponibilidade de nitrogênio no solo para o trigo em latossolo vermelho do Distrito Federal. Rev. Bras. Ciênc. Solo. 2008;32(5):1941-1948. <http://doi.org/10.1590/S0100-06832008000500015>
24. Migliavacca RA, Silva TRB, Vasconcelos ALS, Murão filho W, Baptistella JLC. O cultivo da chia no brasil: futuro e perspectivas. Journal of Agronomic Sciences. 2014;3(especial):161-79.
25. Moura JB, Ventura MBA, Cabral JSR, Azevedo WR. Adsorção de Fósforo em Latossolo Vermelho Distrófico sob Vegetação de Cerrado em Rio Verde-Go. Technological and Environmental Science. 2015;4(3):199-208. Disponible en: <http://revistas.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/1121/1301>
26. Pinto FA, Souza ED, Paulino HBM, Curi N, Carneiro MACP. Sorption and desorption in savanna Brazilian soils as a support for phosphorus fertilizer management. Ciênc. Agrotec. 2013;37(6):521-30. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1413-70542013000600005>
27. Sarmiento P, Corsi M, Campos FP. Dinâmica do surgimento de brotos de alfafa em função de diferentes fontes de fósforo, da aplicação de gesso e do momento de calagem. R. Bras. Zootec. vol. 2002;31(3):1103-1116. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1516-35982002000500006>
28. Silva EC, Buzetti S, Guimarães GL, Lazarini E, Sá ME. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. Rev. Bras. Ciênc. Solo. 2005;29(3):353-362. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-06832005000300005>
29. Soratto RP, Cardoso SM, Silva ÂH, Costa TAM, Pereira M, Carvalho LA. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do painço (*Panicum*

miliaceum L.). Ciênc. Agrotec. 2007;31(6):1661-67. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1413-70542007000600009>

30. Sousa DMG, Lobato E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2da ed. Brasília: Embrapa; 2004.

31. Teixeira Filho MCM, Buzetti S, Andreotti M, Arf O, Benett CGS. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto, Pesq. agropec. bras. 2010;45(8):797-804. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000800004>

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribuições de los autores

Guillermo Arturo Herrera Chan: Executo a pesquisa de campo, coleta, análises de dados, redação e aprovação do versão final do artigo científico.

Rodrigo Ribeiro Fidelis: Responsável e coordenador da pesquisa; auxiliou na elaboração redação e correção do artigo científico e aprovação do versão final do artigo científico.

Taynar Coelho de Oliveira Tavar: Participou da atualização da discussão e correção do texto final em formato de artigo científico e aprovação do versão final do artigo científico.

Marilia Barcelos Souza Lopes: Auxilio na execução da pesquisa e coleta dados e aprovação do versão final do artigo científico.

Kleycianne Ribeiro Marques: Auxilio na execução da pesquisa e coleta dados e aprovação do versão final do artigo científico.

Wagner Augusto Rauber: Instalação das etapas de pesquisa, coleta e revisão de dado e aprovação do versão final do artigo científico s.

Apoio financeiro

CONACYT