



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS – *CAMPUS* ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

VANESSA DE OLIVEIRA SILVA

EFEITO DA ADUBAÇÃO DE BORO NA CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI.

ARAGUATINS

2018

VANESSA DE OLIVEIRA SILVA

EFEITO DA ADUBAÇÃO DE BORO NA CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado Agronomia do Instituto Federal do Tocantins – *Campus* Araguatins, como exigência à obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Alves de Sousa

ARAGUATINS

2018

Silva, Vanessa de Oliveira.

Efeito da adubação de boro na cultura do feijão-caupi / Vanessa de Oliveira Silva. - Araguatins, Tocantins, 2018.

33 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus Araguatins*, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Alves de Sousa.

1. *Vigna unguiculata*. 2. Micronutriente 3. Nutrição de plantas. I. Título

A Deus, todas as coisas. Aos meus pais Ivoneide Maria de Oliveira Silva e Francisco da Paz Silva. Meus irmãos Franciel de Oliveira Silva, Juciê de Oliveira Silva e Franciê de Oliveira Silva. Minha sobrinha Hevillyn Oliveira.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, o Eterno. Porque Dele, por Ele e para Ele são todas as coisas.

À minha base. Meus pais Ivoneide Maria de Oliveira Silva e Francisco da Paz Silva, minha melhor parte de tudo. Gratidão e amor. Meus irmãos e melhores amigos, Franciel, Juciê e Franciê e minha sobrinha Hevillyn Oliveira, amo muito vocês! Minhas cunhadas Mariza e Ylkeline e tia Raimunda Silva.

Ao meu orientador Dr. Sérgio Alves de Sousa, pelos ensinamentos, paciência, parceria e por tudo. Meu respeito e admiração pela humildade que este sempre transmitiu dentro e fora da sala de aula. “Melhor pessoa!”

À Samara Lorranny, Guilherme Alcântara, Ramon Reis, Kálita Cardoso, Jercy, Érica Chaves, Paloma, Thaynny, Gaspar, Jhanssen, Gelza, Adriana, Suzane, Ellen, Alex Jr., Charles, Stiven Simm, Jacó, Luann, Caroline, Rodrigo Louzada, Juliana, Rayane, Melquides, Samuel e Laércio, por tudo.

Aos melhores amigos que ganhei em Araguatins, pelo apoio: Arthur Antunes, Ingrid Silva, Renália Machado, Ennio Willian, Miqueias Alves, João Pedro Farias, Amanda e toda República do sr. Lucas. A todos que me acolheram no Tocantins. Ao Gálatas 5, Tricô das Agrônomas, dona Júlia, Lizanete e Joelma.

Aos melhores amigos de longas datas, em especial o Yuri Mendes, Leticia Rangel, Jhonatan Santos, Erika Mendes, Wesley Dias, Gabriela Ferreira, Luciana Passos e Kamila Lima. A família Novas de Paz e minhas mães de oração do Maanaim. À Rute Mendes, Sirley Araújo e o sr. Francisco das Chagas (*in memoriam*). À família Silva, Maria Ivoneide e a Mariana Camila. Ao IFMA *campus* Açailândia, pela influência do curso técnico em Florestas sobre minha escolha pela graduação em Agronomia, em especial as professoras Sylvia Leticia Oliveira, Delineide Gomes e professora Lucinalva Ferreira.

À minha eterna amiga Hellen Kályta (*in memoriam*). Ela não verá esta etapa, mas sempre será minha melhor memória de Araguatins. “Te amo infinito!”

Agradeço ao Instituto Federal do Tocantins – *campus* Araguatins, por todas as oportunidades. À Linda por todo o cuidado de sempre, ao sr. Alcides Cordeiro, José Trovão e Ricardo Alves. Sou grata à cada membro do corpo docente que contribuiu com seus ensinamentos e suas experiências durante minha caminhada na graduação, em especial Dr. Raimundo Laerton, Dra. Roberta de Freitas, Dr. Wyratan Silva e Dr. Sérgio Alves. Sou grata!



“Toda caminhada começa no primeiro passo. A natureza não tem pressa, segue seu compasso. Inexoravelmente chega lá. Se avexe não! ”

-Accioly Neto

RESUMO

O boro é um dos micronutrientes mais requeridos pela cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). No entanto, são poucas as informações sobre este nutriente, principalmente sobre sua ação para o desenvolvimento desta cultura. Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de boro na cultura do feijão-caupi em condições de cultivo no extremo Norte do Tocantins. O experimento foi realizado no setor Viveiro no IFTO *Campus* Araguatins, no período de dezembro de 2017 a março de 2018. O estudo foi conduzido em vasos em um delineamento de blocos ao acaso, utilizando-se cinco tratamentos (0, 250, 500, 750 e 1000 g ha⁻¹ de B) e quatro repetições. Foram avaliadas as características: número de vagens por planta, número de grãos por vagem, diâmetro de caule, altura de planta, comprimento de vagem e produtividade. A adubação de boro teve efeito significativo no número de grãos por vagem, comprimento de vagem e produtividade. Observou-se que a adubação de boro possui efeito positivo sobre o desenvolvimento da cultura do feijão-caupi.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, micronutriente, nutrição de plantas.

ABSTRACT

Boron is one of the micronutrients most required by cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). However, there is little information on this nutrient, especially on its action for the development of this crop.. The objective of this study was to evaluate the effect of different doses of boron on cowpea under cultivation conditions in the extreme north of Tocantins. The experiment was carried out in the nursery sector at the IFTO Campus Araguatins, from December 2017 to March 2018. The study was conducted in pots in a randomized block design, using five treatments (0, 250, 500, 750 and 1000 g ha⁻¹ of B) and four replications. The following characteristics were evaluated: number of pods per plant, number of grains per pod, stem diameter, plant height, pod length and yield. Boron fertilization had a significant effect on the number of grains per pod, pod length and yield. It was observed that the fertilization of boron has a positive effect on the development of cowpea.

Key words: *Vigna unguiculata*, micronutrient, plant nutrition.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Número de vagens por planta de feijão-caupi em função de doses de boro em condições do extremo Norte do Tocantins.	22
Figura 2 – Número de grãos por vagem em função de doses de boro para feijão-caupi em condições do extremo Norte do Tocantins.....	24
Figura 3 – Altura de plantas de feijão-caupi em função de doses de boro em condições do extremo Norte do Tocantins.	24
Figura 4 – Comprimento de vagens em função de doses de boro em feijão-caupi nas condições do extremo Norte do Tocantins.....	26
Figura 5 – Produtividade (g/vaso) em função de doses de boro em feijão-caupi em condições do extremo norte do Tocantins.	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Características da cultura	11
2.2 Importância e produção do feijão-caupi.....	12
2.3 Exigências edafoclimáticas	13
2.4 Adubação na cultura do feijão-caupi	14
2.4.1 Micronutrientes	15
2.4.2 Boro	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Caracterização da área.....	18
3.2 Delineamento experimental.....	19
3.3 Plantio da cultura e condução do experimento.....	19
3.4 Características avaliadas.....	20
3.5 Análise Estatística dos dados	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é uma cultura que possui relevante valor cultural, socioeconômico e que tem sua origem relacionada à África. Acredita-se que sua chegada ao Brasil ocorreu no período de colonização, começando pelo Estado da Bahia e alcançando outras regiões do país (MOREIRA et al., 2008).

O destaque da produção mundial vai para a Nigéria, responsável por 54% da produção (2.137.900 toneladas), seguida por Níger com 21% (1.586.446 toneladas) e Burkina Faso 8% (573.048 toneladas) em 2014, de acordo com SEAB (2017). No entanto, o Brasil alcançou a terceira colocação mundial na safra 2016/2017 ao cultivar uma área de 1.409,3 mil hectares com 506 kg ha⁻¹ e uma produção de 713,3 mil toneladas (CONAB, 2018).

O feijão-caupi é importante elemento nutricional, sendo considerado como uma fonte de proteína de baixo custo e fisiologicamente adaptada a diversas condições ambientais (FREIRE FILHO, 2011). Silva e Freire Filho (1999) já citavam a importância das leguminosas para a alimentação humana, pois estas são a principal fonte de proteína para a população.

Trata-se também de uma espécie que vem passando por um processo de expansão do seu cultivo para o Cerrado das regiões Norte, Nordeste e principalmente Centro-Oeste (FREIRE FILHO, 2011). Nas regiões do Cerrado, a maioria dos solos possuem baixa fertilidade, são ácidos e possuem alta saturação por alumínio. Apresentam baixa disponibilidade de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, zinco, cobre e boro (LOPES, 1994).

Os solos desta região constituem-se na sua maioria de Latossolos altamente intemperizados, com baixas reservas de nutrientes essenciais, aliada a problemas climáticos como ocorrência de seca e/ou veranicos ocasionando limitações à produção de alimentos. Tendo em vista que os fatores como o baixo teor de matéria orgânica, pH fora da faixa de 5 a 7, solos arenosos, alto índice pluviométrico e estações de secas são considerados como fatores para deficiência de boro nos solos brasileiros, as regiões de Cerrado são as mais carentes nesse nutriente (HANSEL; OLIVEIRA, 2016; RESENDE, 2003).

O boro é o segundo micronutriente mais requerido para o desenvolvimento do feijão-caupi (OLIVEIRA e DANTAS, 1984). Trata-se de um micronutriente fundamental, no qual estudos apontam sua influência positiva sobre o desenvolvimento vegetal de feijão-caupi e feijão comum, mesmo sendo requerido em pequenas quantidades (SILVA et al., 2014a; CASTAGNEL e SILVA, 2009; COSTA et al., 2014). De acordo com Manlio (2006), a deficiência de boro na planta pode trazer prejuízos como a redução do crescimento, diminuição da superfície foliar, crescimento reduzido das raízes e abortamento floral.

O feijão-caupi apresenta uma elevada abscisão de botões florais, flores e vagens imaturas. O abortamento dos botões florais pode chegar a 80% antes da antese. Desses, aproximadamente 50% aborta antes do amadurecimento e apenas 6% a 16% dos botões restantes produzem frutos. (PINHO, TÁVORA e GONÇALVES, 2005; CARDOSO, MELO e LIMA, 2005). Uma alternativa para diminuição desse elevado abortamento seria explorar a influência positiva do efeito do boro sobre o desenvolvimento do tubo polínico e da retenção de vagens (MANLIO, 2006; MALAVOLTA, 2006), tendo resultados positivos já observados para aumento do número de vagens de culturas como feijão comum e soja adubada com boro (CASTAGNEL e SILVA, 2009; MUSSKOPF e BIER, 2010; BELIVAQUA, SILVA FILHO e POSSENTI, 2002).

Em estudos com outras culturas, alguns autores perceberam interação da aplicação de boro sobre características agrônômicas, obtendo resultados positivos para culturas como girassol, soja, pêssego e arroz (LIMA, 2013; MUSSKOPF e BIER, 2010; SOUZA et al., 2012; SILVA et al., 2014b). Em contrapartida, também existem trabalhos que não observaram efeito significativo da adubação de boro e ainda existe uma carência de informações sobre suas funções, doses e modo de aplicação.

Diante da importância desse nutriente para os vegetais, é necessário que mais estudos sejam realizados, disponibilizando material técnico para melhoria da produção de feijão-caupi no país. Com isso, o presente trabalho justificou-se pela necessidade de informações científicas sobre o manejo adequado de adubação de boro, tendo por objetivo, avaliar o efeito de diferentes doses de boro na cultura do feijão-caupi em condições de cultivo no extremo Norte do Tocantins.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características da cultura

O feijão-caupi é uma Dicotyledonea que pertence à ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolina, gênero *Vigna* e espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp (MOURA, 2007). Popularmente pode ser identificado como feijão-de-corda, feijão-de-praia, feijão-da-estrada, feijão-de-rama, feijão-fradinho e feijão macaçar ou macassar (NEVES et al., 2011).

De acordo com a classificação que é exposta por Silva, Rocha e Menezes Júnior (2016) que classificam o feijão de acordo com a espécie, o feijão-caupi é classificado no grupo II, pois trata-se da espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp., diferentemente do feijão comum que é classificado como grupo I, por ser a espécie *Phaseolus vulgaris* L.

Com relação a coloração do tegumento do grão, o feijão-caupi pode ser classificado em quatro classes: branco, quando apresenta pelo menos 90% de grãos de coloração branca; preto, quando apresenta 90% de grãos de coloração preta; cores, quando têm 90% de grãos da classe cores ou pode ser classificado como misturado quando não se encaixa em nenhuma das outras classes (SILVA, ROCHA e MENEZES JÚNIOR, 2016)

Morfologicamente a planta do feijão-caupi constitui-se de uma haste principal de onde saem os ramos laterais. A disposição dessas estruturas está ligada ao hábito de crescimento, podendo ser determinado ou indeterminado. No crescimento determinado as gemas apicais da haste principal e dos ramos laterais diferem em inflorescência quando entram na fase de reprodução, tendo um período curto de floração e uma uniformidade na maturação. No crescimento indeterminado não ocorre a diferenciação das gemas apicais em inflorescências e apresenta um maior período de floração (CARDOSO, MELO e LIMA, 2005).

Quanto a arquitetura, pode ser agrupado em quatro tipos principais: ereto, quando apresenta ramos principal e secundários curtos, formando um ângulo agudo; semiereto, possuindo ramos principal e laterais curtos a médios, sendo os ramos laterais perpendiculares ao principal, formando um ângulo reto;

semiprostrado, quando apresenta ramos principal e secundários de tamanho médio, sendo o ramo principal ereto e os ramos secundários inferiores tocando o solo; e o tipo prostrado, quando possui os ramos principal e secundários longos, tendo os ramos principal e secundários inferiores tocando o solo (FREIRE FILHO et al., 2005).

Com relação ao ciclo, o feijão-caupi pode ser classificado em superprecoce, quando leva até 60 dias após a semeadura para alcançar a maturidade; ciclo precoce, quando a maturidade é atingida entre 61 e 70 dias após a semeadura; ciclo médio, levando entre 71 e 90 dias para a maturação; ciclo médio-tardio, entre 81 e 90 dias até a maturação e ciclo tardio que para alcançar maturação necessita de pelo menos 91 dias após a semeadura (FREIRE FILHO et al., 2000).

2.2 Importância e produção do feijão-caupi

Importante na subsistência, o feijão-caupi também é primordial fonte de emprego e renda para as regiões produtoras, influenciando na economia local. De acordo com Moreira et al. (2008) essa cultura é caracterizada pela sua possibilidade de formulação de diferentes produtos, como por exemplo na produção da farinha, usada no acarajé e abará, enlatados e congelados.

O destaque da produção nacional é para as regiões Nordeste e Norte, onde o feijão-caupi é produzido por empresários e agricultores familiares. O cultivo também alcançou a região Centro-Oeste, a partir de 2006, tendo o Estado do Mato Grosso alcançado as maiores produtividades com lavouras altamente tecnificadas (FREIRE FILHO, 2011; CONAB, 2016).

De acordo com dados da CONAB (2018), a estimativa total da produção de feijão-caupi 2017/2018 no Brasil é de uma área de 1.527,1 mil hectares, produtividade de 522 kg ha⁻¹ e uma produção de 796,7 mil toneladas. Os Estados com maiores produções são: Mato Grosso (260,9 mil t), Ceará (106,8 mil t), Bahia (101,6 mil t), Piauí (83 mil t), Maranhão (57,5 mil t) e Tocantins (52,4 mil t).

Para a primeira safra 2017/2018, o feijão-caupi ocupou a terceira colocação entre todos os tipos de feijão cultivados no Brasil. A área com feijão-caupi no país foi estimada em 410,7 mil hectares com produção de 174, 1 mil toneladas e produtividade de 424 kg ha⁻¹. No entanto, é na segunda safra que

o feijão-caupi ocupou a primeira colocação. Estima-se para a segunda safra 2017/2018 uma área de 1.542,3 mil hectares cultivados, uma produtividade de 835 kg ha⁻¹ e produção de 1288,1 mil toneladas de feijão-caupi. Para a terceira safra, espera-se uma área de 89,3 mil hectares com produtividade de 719 kg ha⁻¹ e produção de 64,3 mil toneladas (CONAB, 2018)

A área cultivada para produção de feijão-caupi é pequena na região Norte, no entanto, em termos de produtividade, assemelha-se à média nacional. Ao contrário da região Nordeste, que mesmo tendo uma grande participação na área cultivada, reflete baixa produtividade (FREIRE FILHO, 2011; CONAB, 2016).

Mesmo sendo o destaque da região Norte, o Tocantins teve problemas na primeira safra 2017/2018 devido elevado volume de chuvas. Ainda assim, o cultivo avança no Estado e vem ocorrendo um aumento no número de produtores que resolveram investir na cultura. Estima-se para o Tocantins na safra 2017/2018 uma área de 43,7 mil hectares cultivados com produção de 54,9 mil toneladas e produtividade de 1.257 kg ha⁻¹ (CONAB, 2018).

Embora o Tocantins apresente uma produtividade de 1.257 kg ha⁻¹ de feijão-caupi, ainda é considerada baixa, pois de acordo com Freire Filho et al. (2005), para o feijão-caupi o potencial genético de produtividades é superior a 6 t ha⁻¹. Esse potencial ainda é pouco explorado, principalmente em função da escassez de pesquisas em relação a adubação, melhoramento e irrigação para as condições do Estado.

2.3 Exigências edafoclimáticas

O feijão-caupi consegue desenvolver-se em diferentes condições ambientais, adaptando-se desde a latitude 40° N até 30° S (RACHIE, 1985).

A faixa de temperatura para o adequado desenvolvimento da cultura varia entre 20° C e 35° C (ARAÚJO et al., 1984). A temperatura tem influência nos fatores reprodutivos, sendo que a floração e o pegamento de flores podem ser prejudicados em altas temperaturas. As baixas temperaturas podem proporcionar um ciclo maior para o desenvolvimento da planta (OLIVEIRA e CARVALHO, 1988).

A disponibilidade de água é essencial para desenvolvimento vegetal e deve ser levado em consideração tanto a escassez quanto o excesso de água durante as fases de desenvolvimento (PINHO, TÁVORA e GONÇALVES, 2005). As regiões que tenham cotas pluviométricas entre 250 e 500 mm anuais são consideradas aptas para implantação do feijão-caupi. Contudo, para que ocorra o desenvolvimento da cultura sem a prática de irrigação, o ideal é que seja cultivada em ambiente que disponibilize no mínimo 300 mm de precipitação (ANDRADE JÚNIOR et al, 2002).

O cultivo de feijão-caupi pode ser realizado em diferentes tipos e condições de solos. De modo geral, a cultura se desenvolve em solos com regular teor de matéria orgânica, soltos, leves e profundos, arejados e com boa fertilidade ou mesmo em solos com baixa fertilidade, mas que recebam adubação. Solos como os Latossolos Amarelo, Latossolos Vermelho-Amarelo e Argissolos Vermelho Amarelos são os mais destacados (ANDRADE JÚNIOR et al, 2002; FREIRE FILHO et al., 2005).

2.4 Adubação na cultura do feijão-caupi

O feijão-caupi tem como vantagem sua pouca exigência em fertilidade do solo. Caracteriza-se por ser rústico e precoce, adapta-se bem às diferentes condições de solo que podem ser impostas. Essas características estão entre as prováveis causas da boa aceitação da cultura pelos agricultores, tanto pela agricultura familiar, como por médios e grandes produtores do país (BRASIL; CRAVO, 2013).

É caracterizado por apresentar determinada tolerância a solos ácidos, sendo considerado apto para cultivos em solos com pH superior a 5,5 (MELO; CARDOSO; SALVIANO, 2005). Não é recomendado o cultivo em solos que apresentem a saturação de alumínio superior a 20% (ARAÚJO et al., 1984).

Em relação a exigência nutricional, de acordo com Oliveira e Dantas (1984), a ordem de exigência dos macronutrientes pela cultura do feijão-caupi é: potássio (K), nitrogênio (N), cálcio (Ca), magnésio (Mg) fósforo (K) e enxofre (S), enquanto os micronutrientes mais requeridos são o ferro (Fe), boro (B), manganês (Mn), zinco (Zn), molibdênio (Mo) e cobre (Cu). O potássio é o nutriente extraído e exportado em maior quantidade pelo feijão-caupi.

É comum o cultivo desta cultura principalmente nas regiões Norte e Nordeste do país, em regiões de Cerrado. No entanto, estas regiões são caracterizadas por apresentarem limitações quanto a fertilidade de solo, problemas de acidez e altos níveis de alumínio trocável (MELO; CARDOSO; SALVIANO, 2005).

É notória a limitação da baixa fertilidade natural dos solos de Cerrado, que refletem em carência de micronutrientes na maioria dos solos desta região, sendo as deficiências mais comuns em boro, cobre e zinco. Neste contexto, para alcançar altos rendimentos das culturas é primordial a adubação com micronutrientes (GALRÃO, 2004).

2.4.1 Micronutrientes

Os micronutrientes são elementos necessários para o desenvolvimento vegetal, mas que ao contrário dos macronutrientes, são exigidos em menores proporções. Compõe este grupo o boro, cobre, cloro, ferro, manganês, molibdênio e zinco (MALAVOLTA, 1979).

Mesmo sendo absorvidos em pequenas quantidades, os micronutrientes são essenciais para o crescimento das plantas, não participando de estruturas da planta, mas da constituição de enzimas. A deficiência desses elementos pode resultar em problemas no crescimento e desenvolvimento vegetal (MANLIO, 2006).

A carência dos micronutrientes para as plantas pode se manifestar pela falta no solo em decorrência da exploração contínua e sem tratos de manejo ou quando o material de origem já era pobre no elemento. Pode ainda ocorrer, devido à baixa umidade do solo e as condições de pH (MELO; CARDOSO; SALVIANO, 2005; MALAVOLTA, 1979).

A deficiência de micronutrientes para a planta de feijão-caupi pode provocar distúrbios que podem ser manifestados por meio de crescimento atrofiado, amarelecimento das folhas, entre outras reações específicas. Para a correção da deficiência pode ser empregado o uso adequado de fertilizantes e corretivos. A correção da deficiência pode influenciar em um aumento da produtividade (MELO; CARDOSO; SALVIANO, 2005).

2.4.2 Boro

O boro (B) é um elemento químico que juntamente com o silício (Si) e o germânio (Ge) possui propriedades intermediárias entre metal e não-metais (BROADLEY et al., 2012). É encontrado na forma de ácido bórico indissociável na maioria dos solos, especialmente em solos com baixo pH, sendo liberados para sítios de absorção radicular pelo fluxo de massa. Já em solos que tenham pH elevado, o boro apresenta-se como ânion borato, sendo adsorvido à matriz do solo (KIRKBY; RÖMHELD, 2007).

O transporte ocorre no xilema das raízes, por meio de processos passivos e ativos que regulam a movimentação do boro por membranas (ALVES, 2009). Por muito tempo defendeu-se a ideia de que o boro era imóvel via floema, no entanto nos últimos anos foram divulgados estudos com respostas sobre a mobilidade em algumas culturas, em especial para as plantas que produzem polióis, que são açúcares simples que ligam o boro, formando complexos, possibilitando sua mobilidade na planta (BROWN; HU, 1998).

Sabe-se de sua mobilidade via floema em vegetais como brássicas, cenoura, ervilha, aipo e cebola, cujo o boro é transportado na forma de complexos poliol-B (BROW e SHELP, 1997). Para feijão-caupi já existem estudos sobre sua mobilidade via floema, Silva (2016) observou que há mobilidade de boro aplicado via foliar para esta cultura. No entanto, por se tratar de estudos recentes ainda é mais comum a adubação de boro via solo.

Sua atuação é na translocação de açúcares e no metabolismo de carboidratos. Outra reação desse nutriente nas plantas é no florescimento, no crescimento do tubo polínico, nos processos de frutificação, entre outras funções (MANLIO, 2006). Os papéis do boro nas plantas também estão envolvidos na absorção e transporte de água e nutrientes, além disso o boro proporciona maior pegamento de florada e menor esterilidade (MALAVOLTA, 2006).

Sua deficiência pode ocasionar problemas como a redução do crescimento vegetal, diminuição da superfície foliar, crescimento reduzido de raízes, diminuição da resistência às infecções e o abortamento floral. Sua deficiência gera prejuízos, contudo a toxidez de Boro é tão significativa quanto

a deficiência (MANLIO, 2006). Para a produção nacional, a deficiência de boro é mais comum em culturas temporárias (MALAVOLTA, 2006). Contudo, ainda são poucas as informações sobre as classes de fertilidade do solo para o boro. Galvão (2004) em extração com água quente, aponta que teores de B no solo entre 0-0,2 mg dm⁻³ são considerados baixos, 0,3-0,5 mg dm⁻³ são considerados médio e acima de 0,5 mg dm⁻³ é tido como alto teor de boro no solo.

Mesmo com toda a importância desse micronutriente, ainda são poucos os trabalhos sobre sua influência para o feijão-caupi. No entanto, Oliveira e Dantas (1984) recomendam a adubação de 500 g ha⁻¹ de Boro para feijão-caupi, quando houver a deficiência. Relataram também que, quando ocorre a deficiência de Boro na cultura, as folhas superiores apresentam-se com aspecto coriáceo e tornam-se quebradiças, os folíolos das folhas próximas ao broto terminal caracterizam-se por uma cor alaranjada e à medida em que os sintomas vão ficando acentuados ocorre a morte do broto terminal, impedindo o florescimento da planta.

Outros autores relataram a ação de boro em outras culturas. Lima (2013), avaliando a adubação de boro em girassol, observou efeito significativo das doses para altura de planta e diâmetro de caule. Percebeu também que ao adubar com 4 kg ha⁻¹ de boro houve uma maior resposta para a massa média de aquênios, produtividade potencial de aquênios e para o potencial de produção de óleo.

Musskopf e Bier (2010), obtiveram efeito significativo ao avaliarem adubação via foliar com cálcio e boro na cultura da soja. Notaram que a dose de 1 kg ha⁻¹ nos estádios R1 e R3 proporcionaram um aumento no número de vagens. Souza et al. (2012), avaliando a mobilidade de boro em mudas de pessegueiro, observou que houve efeito significativo na mobilidade de boro quando aplicado via foliar. Ao avaliarem o boro no cultivo de arroz em solos de Cerrado, Silva et al. (2014b) observaram um incremento na produtividade da cultura, sendo a dose de 2,5 kg ha⁻¹ de B a que possibilitou melhores resultados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área

O estudo foi realizado no setor do Viveiro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), *Campus Araguatins*, no extremo norte do Estado do Tocantins, localizada a latitude 05° 39' 04" S e longitude 48° 07' 28" W, a 103 m de altitude. O clima da região do estudo é do tipo Aw (clima tropical com estação seca de inverno e chuvas de verão), segundo a classificação de Köppen (1948).

O experimento foi conduzido no período entre dezembro de 2017 e março de 2018. Para a implantação do trabalho utilizou-se de um solo classificado como Argissolo Acinzentado Eutrófico típicos com classe textural argilo-arenoso (EMBRAPA, 2006; SILVA, 2017; GARCIA 2018) que foi retirado da camada de 0-20 cm em área do setor AG-III do IFTO – *Campus Araguatins*.

Anterior a instalação do experimento foi coletada amostra do solo para a caracterização química e física do mesmo no Laboratório de análises de solo do IFTO – Araguatins. A análise do solo indicou os valores de pH em H₂O= 5,9; M.O (%)= 1,66; P (Mehlich) = 3,96 mg dm⁻³; K=43 mg dm⁻³; B (água quente) = 0,28 mg dm⁻³; Ca+Mg = 3,3 cmol_c dm⁻³; H+Al = 1,32 cmol_c dm⁻³; Al= 0,0 cmol_c dm⁻³; S= 3,41 cmol_c dm⁻³; V= 72,09%; 75,39% de areia; 10,99% de silte e 13% de argila.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, tendo cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de boro (0, 250, 500, 750 e 1000 g ha⁻¹), tendo como fonte o adubo ácido bórico, que apresenta 17% de Boro em sua composição. A aplicação dos tratamentos foi realizada no mesmo dia da adubação nitrogenada de cobertura, aos 25 dias após a emergência das plantas (DAE).

O feijão-caupi foi cultivado em vasos com capacidade de 10 (dez) litros, sendo utilizados dois vasos por parcela e uma planta por vaso. Utilizou-se o cultivar BRS Novaera, que apresenta como característica o porte semiereto com crescimento indeterminado e flor de coloração branca (FREIRE FILHO et al., 2008)

3.3 Plantio da cultura e condução do experimento

Com base nos resultados da análise de solo, realizou-se a adubação de semeadura, levando em consideração as recomendações para o cultivo do feijão-caupi (MELO; CARDOSO, SALVIANO, 2005), sendo aplicados 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, tendo como fonte o superfosfato simples e 30 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio.

Aos 25 dias após a emergência de plantas, realizou-se a adubação de cobertura, sendo aplicadas as diferentes doses de boro, via solo, de acordo com cada tratamento (0, 250, 500, 750 e 1000 g ha⁻¹), acompanhada da adubação por cobertura de 20 kg ha⁻¹ de Nitrogênio na forma de Uréia.

A semeadura foi realizada no dia 07 de dezembro de 2017, utilizando sementes do cultivar BRS Novaera. Foram semeadas cinco sementes por vaso e realizado desbaste aos 10 dias após a emergência das plantas, deixando uma planta por vaso. Foi realizado semanalmente o controle de plantas daninhas, feito manualmente. A disponibilidade de água foi suprida pelo período de chuvas durante o experimento. A irrigação complementar foi realizada com o uso de um regador no período de estabelecimento inicial da cultura.

3.4 Características avaliadas

Número de vagens por planta (NVP): obtido por meio da contagem do número total de vagens de cada planta da parcela, dividindo o valor total por duas plantas da parcela, obtendo uma média.

Número de grãos por vagem (NGV): obtido pela contagem do número total de grãos oriundos de oito vagens representativas de cada parcela, em seguida dividiu-se o valor total pelo número total de vagens avaliadas, obtendo uma média de grãos por vagens.

Diâmetro de caule (DC): medido com um paquímetro digital a uma altura de 2 cm do solo, tendo os valores expressos em mm.

Comprimento de vagens (CV): obtido pela mensuração do comprimento das vagens com o auxílio de uma fita métrica após a colheita, onde foram selecionadas 8 vagens representativas de cada parcela, mensuradas e em seguida dividido o valor pelo número de vagens observadas, obtendo uma média expressa em cm.

Altura da planta: avaliada da altura do solo até o ápice da haste principal, por meio da mensuração com uma fita métrica, tendo os valores expressos em centímetros.

Produtividade (g/vaso): obtida por meio da pesagem dos grãos dos vasos de cada parcela, em uma balança digital. Feita a pesagem, os valores foram divididos pelo número de vasos da parcela (2), obtendo assim a média de cada tratamento, sendo o valor expresso em g vaso^{-1} .

3.5 Análise Estatística dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do teste F e as médias foram submetidas à análise de regressão. As análises foram realizadas com a utilização do aplicativo computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 é apresentado o resumo da análise de variância para as características avaliadas. Observou-se que para as características número de grãos por vagem, comprimento de vagem e produtividade (g vaso^{-1}) houve efeito significativo das doses de boro pelo teste F ($p \leq 0,01$), evidenciando a influência do boro para estas características de feijão-caupi. No entanto, não houve efeito significativo para as variáveis número de vagens por planta, diâmetro de caule e altura de planta. Oliveira et al. (2015) não observaram efeito significativo pela análise de variância para as variáveis altura média de planta, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e produtividade de soja adubada com boro.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as características número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), altura de planta (AP) em cm, comprimento de vagem (CV) em cm, diâmetro do caule (DC) em mm e produtividade (PROD) em g/vaso de feijão-caupi adubado com boro.

F.V	Quadrado Médio						
	GL	NVP	NGV	AP	CV	DC	PROD
Doses	4	4,64 ^{ns}	2,35**	10,76 ^{ns}	2,99**	0,38 ^{ns}	18,68**
Blocos	3	2,90	1,31	19,57	0,42	0,18	10,17

Resíduo	12	1,91	0,43	9,44	0,22	0,25	3,59
Média		7,20	5,85	34,92	14,07	7,55	9,02
Coeficiente de Variação (%)		19,20	11,18	8,80	3,38	6,75	21,00

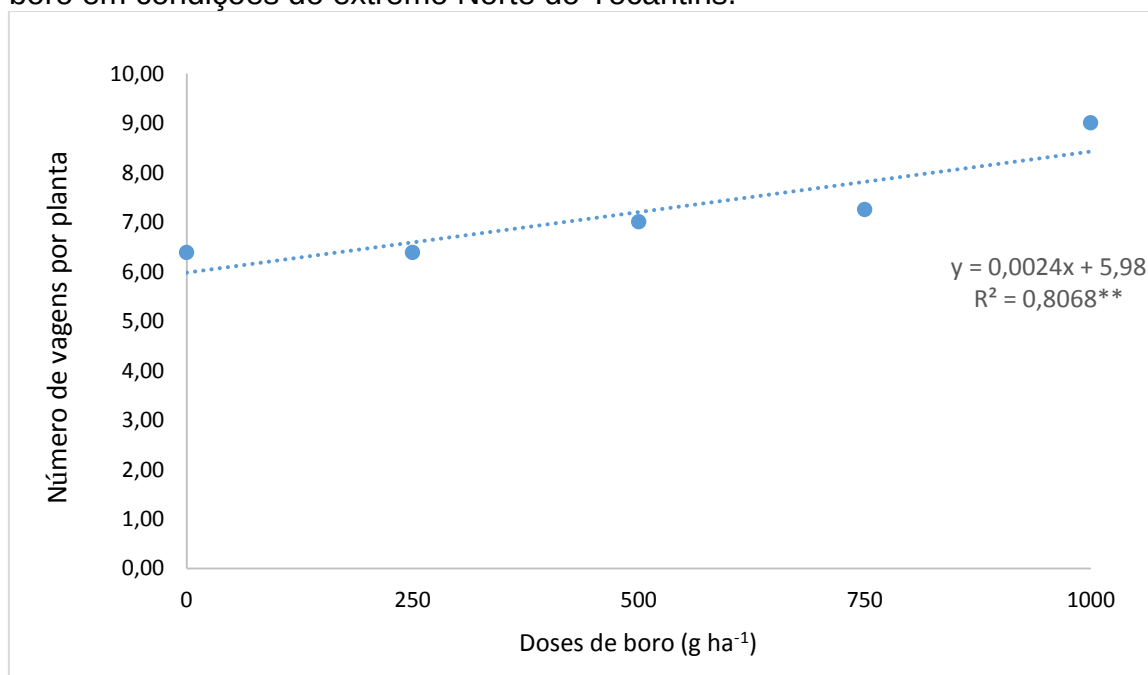
ns não significativo; ** significativo para $p \leq 0,01$; *Significativo para $p \leq 0,05$ pelo teste F.

Os coeficientes de variação variaram entre 3,38% (CV) a 21%, para as características comprimento de vagem e produtividade (g vaso^{-1}) respectivamente. Estes valores são considerados como baixo e alto, respectivamente, de acordo com a classificação de Pimentel-Gomes (2009).

O número de vagens por planta apresentou resposta linear significativa ($p < 0,01$) em função da adubação de boro com $R^2 = 0,8068$. Verifica-se um aumento linear, em que os valores variam de 6,38 a 9 vagens por planta, para as doses 0 e 1000 g ha^{-1} de B, respectivamente, o que indica uma influência positiva do boro sobre número de vagens por planta de feijão-caupi.

O aumento no número de vagens observado pode ser justificado como um dos efeitos do boro, que é sua ação no desenvolvimento do tubo polínico e a retenção de vagens, relatada por Manlio (2006).

Figura 1– Número de vagens por planta de feijão-caupi em função de doses de boro em condições do extremo Norte do Tocantins.



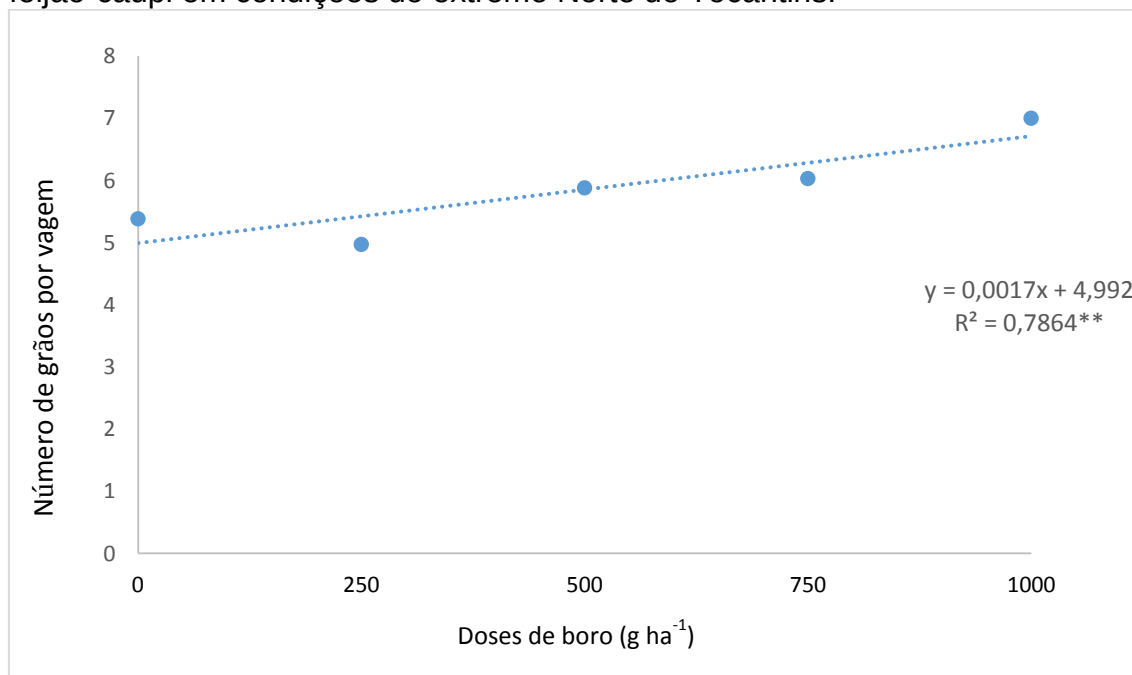
ns não significativo; ** significativo ($p < 0,01$).

Castagnel e Silva (2009), ao avaliarem feijão comum adubado com boro via foliar nas doses de 0, 30 e 60 g ha⁻¹, também observaram um ajuste linear significativo, em que a maior dose (60 g ha⁻¹ de B) obteve a maior média, 16,2 vagens por planta. Reis et al. (2008), ao avaliarem o desempenho de feijão comum adubado com boráx (11% de B), não obtiveram resultado significativo para análise de variância do número de vagens por planta. Costa et al. (2014) também não observaram efeito significativo ao teste F ($p < 0,05$) para número de vagens ao adubar feijão comum com Bortrac© (10,9 % de B).

Raimundi, Moreira e Turri (2013) notaram efeito significativo ($p < 0,05$) para o número de vagens por planta de soja adubada com boro. Observaram que independentemente do modo de aplicação, houve um aumento no número de vagens de soja e os valores obtidos variaram de 60 a 97,6 vagens para a testemunha e para a adubação base + lanço, respectivamente.

Para a característica número de grãos por vagem ocorreu resposta linear significativa ($p < 0,01$) para as doses de boro com $R^2 = 0,7864$. A média máxima de grãos por vagem (7) foi obtida com a dose 1000 g ha⁻¹ de B (Figura 2). Observa-se que o número de grãos apresentados na dose 0 g ha⁻¹ de B foi de 5,38 grãos por vagem, evidenciando o efeito da utilização da adubação de boro no número de grãos por vagem, indicando que a limitação de boro nesta cultura pode diminuir o número de grãos. De acordo com Freire Filho et al. (2008), a média espera para BRS Novaera é de 10 grãos por vagem.

Figura 2– Número de grãos por vagem em função de doses de boro para feijão-caupi em condições do extremo Norte do Tocantins.



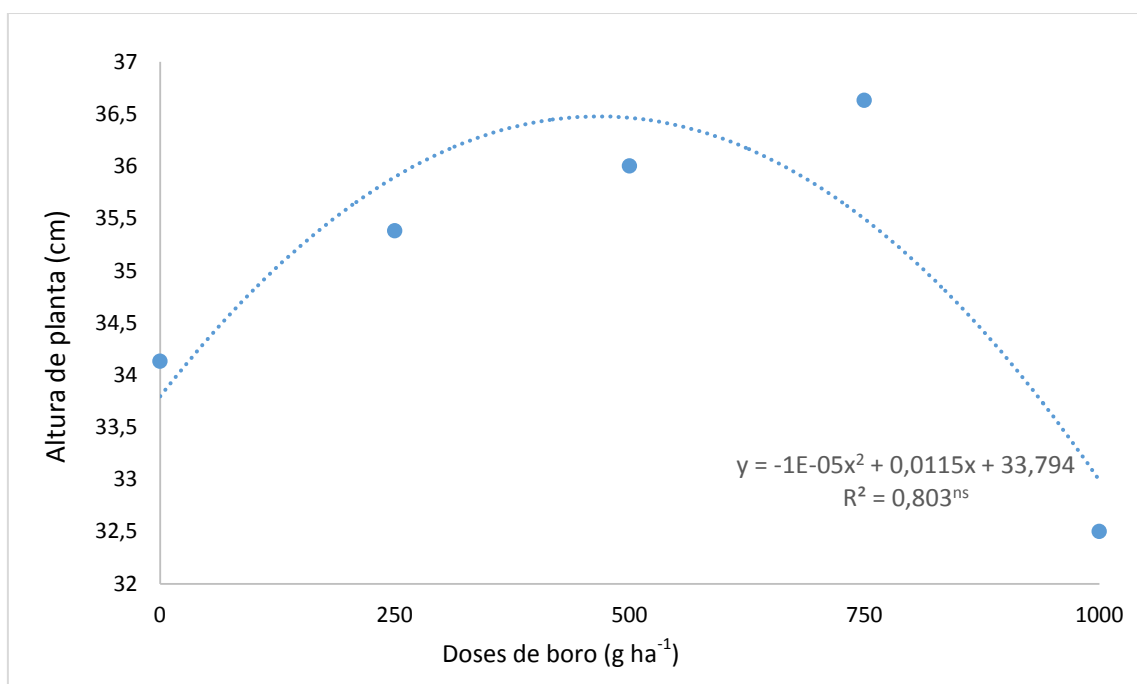
ns não significativo; ** significativo ($p < 0,01$).

O aumento no número de grãos justifica-se porque o boro atua juntamente com o cálcio, auxiliando no transporte de açúcares para os frutos, sendo importante para a produção de sementes. E quando a planta apresenta deficiência de boro ocorre a má granação (MALAVOLTA, 1979).

Castagnel e Silva (2009), também relataram um efeito significativo para número de grãos por vagem de feijão comum adubado com boro via foliar. Observaram um aumento linear do número de grãos e perceberam que a maior dose aplicada (60 g ha^{-1} de B) obteve a maior média que foi de 3,8 grãos por vagem. Costa et al. (2014), não visualizaram efeito significativo para esta variável ao adubar feijão comum com doses de boro via foliar.

Quanto à característica altura de plantas, não houve efeito significativo dos valores ao se ajustar a uma equação (Figura 3). No entanto, é possível observar uma tendência a acréscimo na média da altura à medida em que aumenta a dose de boro até um certo ponto. Nota-se que a dose 750 g ha^{-1} de boro proporcionou o maior valor de altura (36,63 cm). Observa-se também que após atingir o ponto máximo ocorre um decréscimo na altura da planta.

Figura 3 – Altura de plantas de feijão-caupi em função de doses de boro em condições do extremo Norte do Tocantins.



ns não significativo; ** significativo ($p < 0,01$).

O boro atua na estrutura da parede celular e sua deficiência pode provocar uma inibição do crescimento da planta e diminuição da superfície foliar. O excesso de boro é tão limitante quanto a sua escassez (EPSTEIN; BLOOM, 2005; MANLIO, 2006).

Lima et al. (2013) observaram que a altura de girassol em função da adubação de boro ajustou-se a um modelo quadrático com $R^2=0,713$, em que a máxima eficiência do boro para esta variável foi de 118,35 cm na dose de 3 kg ha⁻¹ de B, ocorrendo um decréscimo na altura quando esta dose é aumentada.

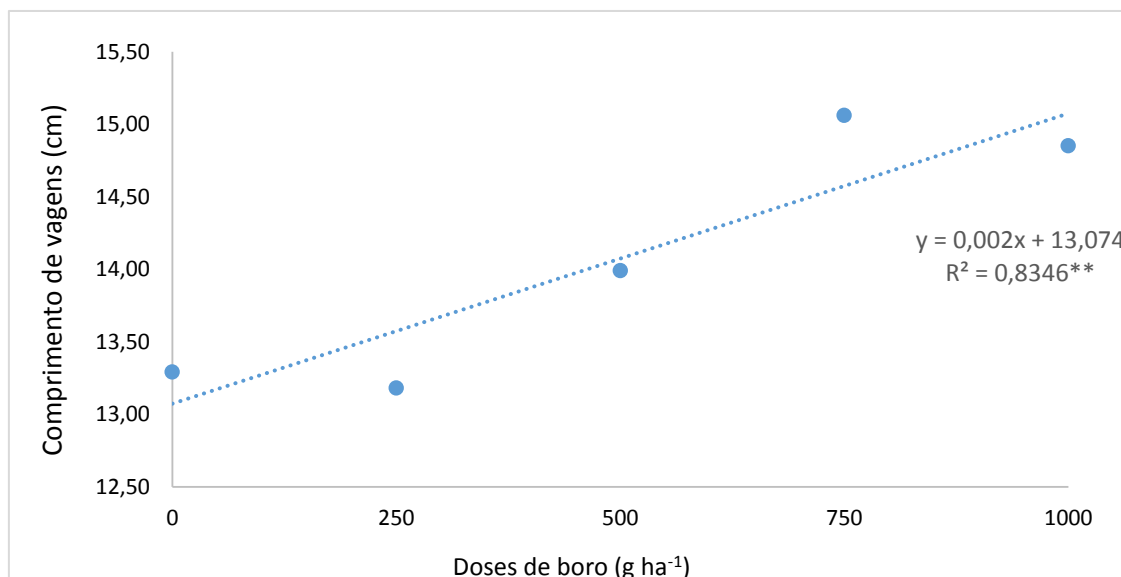
Silva et al. (2014a) ao realizarem avaliação de feijão-caupi cultivado em solução nutritiva com e sem boro, relataram que a omissão de boro não afetou a altura de plantas.

Raimundi, Moreira e Turri (2013), observaram que as plantas de soja que não receberam adubação de boro responderam com maior altura que as plantas adubadas, com médias variando de 101,04 cm para plantas adubadas a 122,20 cm para a testemunha.

O comprimento de vagens apresentou uma resposta linear significativa ($p<0,01$) em função do boro com $R^2=0,8346$. Os valores de comprimento de vagem variam de 13,13 cm a 15,06 cm, para as doses 250 e 750 g ha⁻¹ de B, respectivamente, indicando uma relação da adubação de boro com o comprimento de vagens. A maior média está de acordo com o

comprimento médio observado para a BRS Novaera, 15 cm de comprimento (FREIRE FILHO et al., 2008).

Figura 4 – Comprimento de vagens em função de doses de boro em feijão-caupi nas condições do extremo Norte do Tocantins.

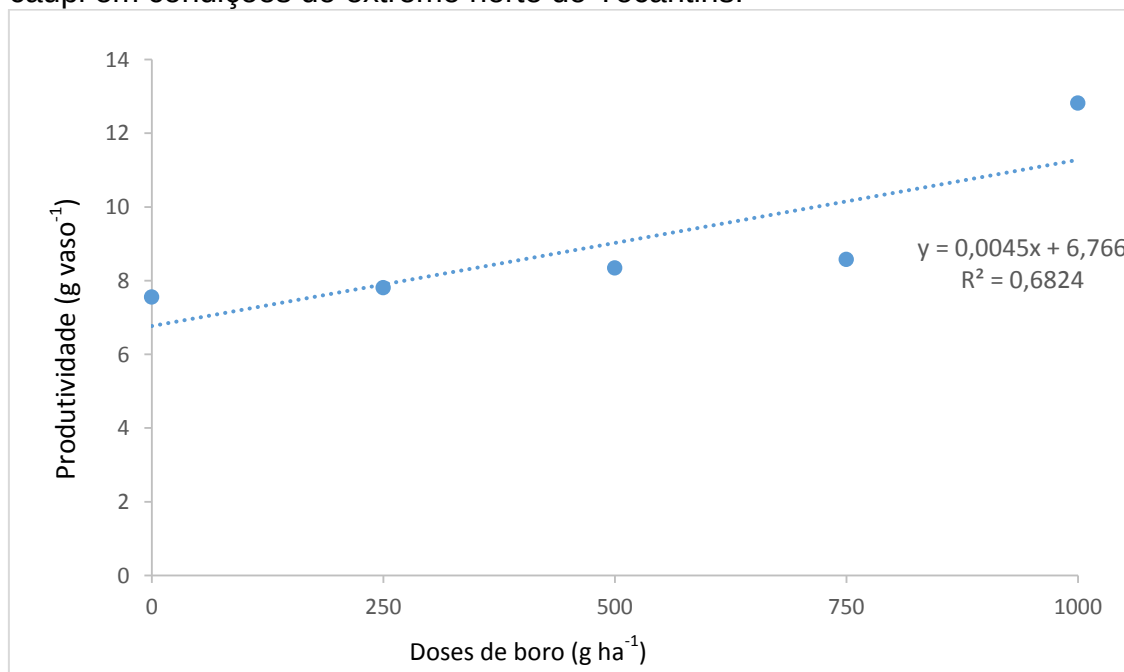


ns não significativo, ** significativo ($p < 0,01$).

Santos (2014) relata que vagens maiores podem contribuir para um maior número de lócus na vagem, resultando em um maior número de grãos por vagem. Esta relação foi observada, pois as maiores doses de boro proporcionaram maior comprimento de vagem e maior número de grãos por vagem.

Na Figura 5 são apresentados os resultados da regressão para a variável produtividade (g vaso⁻¹) de feijão-caupi. Observou-se um ajuste linear significativo ($p < 0,01$) da produtividade com a adubação de boro, tendo $R^2 = 0,6824$. A dose 1000 g ha⁻¹ de B apresentou a maior produtividade (12,82 g vaso⁻¹), enquanto a dose 0 g ha⁻¹ de B obteve 7,56 g vaso⁻¹. Estes resultados demonstram que a adubação de boro pode contribuir para um incremento na produtividade de feijão-caupi.

Figura 5 – Produtividade (g vaso^{-1}) em função de doses de boro em feijão-caupi em condições do extremo norte do Tocantins.



ns não significativo; ** significativo ($p < 0,01$).

Silva Junior et al. (2015) observaram um ajuste quadrático para a produtividade de feijão-caupi cultivado a campo em Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, utilizando doses 0, 1, 2, 3 e 4 kg ha^{-1} . Notaram que o ponto máximo que a adubação de boro incrementou a produtividade foi na dose 2,57 kg ha^{-1} de boro com um rendimento médio de 2403,9 kg ha^{-1} .

Serenini e Souza (2015) não observaram efeito significativo para produtividade (g vaso^{-1}) de soja adubada via solo, cultivada em Latossolo Vermelho Distrófico. Kappes, Colo e Carvalho (2008) também não observaram efeito significativo para produtividade ao avaliarem características agrônômicas de soja adubada com boro via foliar.

Raimundi, Moreira e Turri (2013), observaram efeito significativo da produtividade de soja adubada com boro, cultivada em Latossolo Vermelho Distrófico. Observaram que independentemente do modo de aplicação, o boro incrementou a produtividade, observando-se de 3.398,4 a 4.604,4 kg ha^{-1} de soja para testemunha e adubação base + lanço, respectivamente.

O boro influencia positivamente nos outros componentes primários de produção de feijão-caupi (número de vagens por planta e número de grãos por vagens), o que conseqüentemente reflete em uma influência positiva da produtividade da cultura.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adubação de boro proporcionou um ajuste linear significativo para as características número de vagens por planta, número de grãos por vagem, comprimento de vagens e produtividade, indicando que o boro contribui positivamente para estes componentes de produção de feijão-caupi, em que a

partir da adubação do boro até a maior dose avaliada (1000 g ha^{-1} de B), houve reposta com o aumento nas médias obtidas para estas características.

Nas condições deste estudo, notou-se a viabilidade da adubação de boro no cultivo de feijão-caupi.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. V. **Absorção e mobilidade do boro em plantas de repolho e de couve-flor.** 2009. 64 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. **Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. (Walp.).** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 108 p.

ARAÚJO, J. P. P. et al. **Cultura do caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp.: descrição e recomendações técnicas de cultivo**. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1984. 82 p. (Embrapa-CNPAF. Circular Técnica,18).

BEVILAQUA, G. A. P.; SILVA FILHO, P. M.; POSSENTI, J. C. Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, 2002. p. 31-34.

BRASIL, E. C.; CRAVO, M. da S. **Aspectos nutricionais e resposta do feijão-caupi à calagem e adubação no Estado do Pará**. Belém – Pará: Embrapa Amazônia Oriental. III Congresso nacional de feijão-caupi, 2013.

BROADLEY, M. et al. Function of nutrientes: micronutrientes. In: MARSCHER, P. (Ed.). **Mineral nutrition of higher plants**. 3rd ed. London: Academic, 2012. p. 191-248.

BROWN, P.; HU, H. Manejo do boro de acordo com sua mobilidade nas diferentes culturas. **Informações agrônômicas**, Piracicaba, n. 84, p. 1-4, 1998.

BROWN, P. H.; SHELPS, B. J. Boron mobility in plants. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 193, p. 85-101, 1997.

CARDOSO, M. J.; MELO, F. de B.; LIMA, M. G. de. Ecofisiologia e Manejo de plantio. In: **Feijão-caupi: Avanços tecnológicos**. Ed. FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q.(Ed.). Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 211-228 p.

CASTAGNEL, J.; SILVA, T. R. B. da. Adubação foliar de boro na cultura do feijão. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 2, n. 3, p. 7-16, 2009

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária: safra 2016/2017**. Brasília: CONAB, v. 4, 2016. 129 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos – safra 2017/18, sétimo levantamento**. Brasília: CONAB, v. 5, n. 7, 2018. 139 p.

COSTA, L. F. dos S. et al. Aplicação de boro em feijoeiro e aspectos microbiológicos do solo. **Revista Mirante**, Anápolis (GO), v. 7, n. 2, dez. 2014.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants; principles and perspectives**. Sunderland: Sinauer Associates, 2005. 400 p.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Ciência e agrotecnologia, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FREIRE FILHO, F. R. **FEIJÃO CAUPI NO BRASIL: Produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: EMBRAPA MEIO-NORTE, 2011.

FREIRE FILHO, F. R. et al. Cultivares de caupi para região Meio-Norte do Brasil. In: CARDOSO, M. J. (Org.). **A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa-CPAMN, 2000. p. 67-88. Embrapa-CPAMN, Circular Técnica, 28).

FREIRE FILHO, F. R. et al., **BRS NOVAERA: Cultivar de feijão-caupi de porte semi-ereto**. Belém: Embrapa, 2008. INSERIR NÚMERO DE PÁGINAS

FREIRE FILHO, F. R. **Feijão-caupi no Brasil: Produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2011, 84p.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: Avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa, 2005.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. Melhoramento Genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa, 2005. p. 28-92.

GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 185-226.

GARCIA, S. L. de S. **Divergência genética de genótipos de feijão-caupi em sistema agroflorestal em Araguatins, Tocantins**. 2018. 48 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Instituto Federal do Tocantins, Araguatins, 2018.

HANSEL, F. D., OLIVEIRA, M, L. **Importância dos micronutrientes na cultura da soja no Brasil**. Informações Agronômicas. In: IPNI – International Plant Nutrition Institute. n. 153, 8 p., 2016

KAPPES, C. COLO, A. L. CARVALHO, M. A. C. de. Doses e épocas de abubação foliar de boro nas características agronômicas e na qualidade de sementes de soja. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 291-297, 2008.

KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. **Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade**. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 118, p. 1–24, 2007.

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

LIMA, A. D. et al. Adubação borácica na cultura do girassol. **Agro@mbiente. On-line**, v. 7, n. 3, p. 269-276, setembro-dezembro, 2013.

LOPES, A.S. **Solos sob cerrado: manejo da fertilidade para a produção agropecuária**. 2. ed. São Paulo, ANDA, 1994. 62p. (boletim técnico, 5)

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 631p.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 4. ed. São. Paulo: Ceres, 1979. 256 p.

MANLIO, S. F. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432 p.

MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; SALVIANO, A. A. C. Fertilidade do solo e da adubação. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.).

Feijão-caupi: Avanços tecnológicos. Brasília: Embrapa, 2005. p. 230-242.

MOREIRA, P. X. et al.. Estrutura e composição química do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). In: BRITO, E. S. de. **FEIJÃO-CAUPI**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008.

MOURA, J. Z. de. **Fenologia, exigências térmicas e determinação do nível de controle de insetos desfolhadores na cultura do feijão-caupi BR 17-GURGUÉIA**. Teresina: UFPI, 2007.

MUSSKOPF, C.; BIER, V. A. Efeito da aplicação de fertilizante mineral cálcio e boro via foliar na cultura da soja (*Glycine max*). **Cultivando o saber**. Cascavel, v. 3, n. 4, p. 83-91, 2010

NEVES, A. C. das; CÂMARA, J. A. da S.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S.; SOBRINHO, C. A. **Cultivo do feijão-caupi em sistema agrícola familiar**. Teresina: EMBRAPA MEIO-NORTE, 2011.

OLIVEIRA I. P. de; CARVALHO, A. M. de. A cultura do caupi nas condições de clima e de solo dos trópicos úmidos e semi-árido do Brasil. In: ARAÚJO, J. P. de; WATT, E. E. (Org.). **O Caupi no Brasi**. Brasília, DF: Embrapa-CNPAP; Ibadan; IITA, 1988. p. 65-96.

OLIVEIRA, I. P. de; DANTAS, J. P. **Sintomas de deficiências nutricionais e recomendações de adubação para o caupi**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1984. 23 p.

OLIVEIRA, B. S. et al. **Adubação foliar boratada no cultivo de soja em solo de Cerrado**. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Natal, 2015.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

PINHO, J. L. N.; TÁVORA, F. J. A. F.; GONÇALVES, J. A. Aspectos fisiológicos. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Org.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.191-210.

RACHIE, K. O. Introduction. In: SINGH, S. H.; RACHE, K. O. (Ed.). **Cowpea: research, production and utilization**. Chichester, UK: John Wiley and Sons, 1985. p. 21-28.

RAIMUNDI, D. L.; MOREIRA, G. C.; TURRI, L. T. Modos de aplicação de boro na cultura da soja. **Cultivando o saber**, Cascavel, v. 6, n. 2, p. 112-121, 2013.

REIS, C. J. dos. et al. Doses e modos de aplicação de boro na produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão em solo de cerrado. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 4, p. 258-264, 2008.

RESENDE, A. V. de. **Adubação com micronutrientes no Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 43 p.

SANTOS, M. G. **Desempenho agrônômico de feijão caupi em função do espaçamento e densidade de plantas cultivado nos sistemas de várzea irrigada e Cerrado**. 2014. 48 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2014.

SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Feijão: análise da conjuntura agropecuária**. Novembro/2017. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2018/_feijao_2017_18.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2018.

SERENINI, E.; SOUZA, C. H. E. de. **Fontes de boro aplicados via solo na cultura da soja cultivadas em vaso**. In: VII Congresso Mineiro de Inovações Agropecuárias Produção Animal e Vegetal. UNIPAM, Patos de Minas, 2015.

SILVA, G. F. **Avaliação agrônômica na cultura da melancia em função de doses crescentes de nitrogênio**. 2017. 52 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Instituto Federal do Tocantins, Araguatins, 2017.

SILVA, S. L. O. et al. **Produção de feijão-caupi cultivado em solução nutritiva com e sem boro**. XX Congresso Latinoamericano y XVI Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo. Cusco – Perú, 2014a.

SILVA, I. F. da et al. Adubação boratada na cultura do arroz em solos de cerrado de baixa fertilidade. **Colloquium Agrariae**, vol. 10, n. Especial, Jul–Dez, 2014b. p. 01-08.

SILVA, K. J. de; ROCHA, M. de M.; MENEZES JÚNIOR, J. A. N. de. Socioeconomia. In: **A cultura do feijão-caupi no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2016. p. 6-12.

SILVA, S. L. O. **Absorção e mobilidade floemática de boro (10b) em caupi**. 2016. 59p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/144619>>. Acesso em: 10 de abril de 2018.

SILVA, S. M. de S.; FREIRE FILHO, F. R. **Proteínas de feijão caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp.: Caracterização e aplicação nutricional**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1999.

SILVA JUNIOR, R. L. S. **Influência de diferentes doses e época de aplicação de boro na cultura do feijão caupi**. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Natal, 2015.

SOUZA, J. A. et al. Mobilidade de boro em mudas de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 930-935, 2012.

