

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

BIANCA DA COSTA MENDES

**DESEMPENHO DA CULTURA DO FEIJÃO CAUPI EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO COM SILICATO DE POTÁSSIO VIA FOLIAR**

CHAPADINHA-MA
2017

BIANCA DA COSTA MENDES

**DESEMPENHO DA CULTURA DO FEIJÃO CAUPI EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO COM SILICATO DE POTÁSSIO VIA FOLIAR**

Artigo apresentado a Coordenação do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

BIANCA DA COSTA MENDES

**DESEMPENHO DA CULTURA DO FEIJÃO CAUPI EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO COM SILICATO DE POTÁSSIO VIA FOLIAR**

Artigo apresentado a Coordenação do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do grau em Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 31 de Janeiro de 2017

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Mariléia Barros Furtado (Orientadora)
UFMA/CCAA

Prof.^a Dr.^a Maryzélia Furtado de Farias
UFMA/CCAA

Prof. Dr. José Roberto Brito Freitas
UFMA/CCAA

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

da Costa Mendes, Bianca.

DESEMPENHO DA CULTURA DO FEIJÃO CAUPI EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO COM SILICATO DE POTÁSSIO VIA FOLIAR / Bianca da
Costa Mendes. - 2017.

1 f.

Orientador(a): Mariléia Barros Furtado.

Monografia (Graduação) - Curso de Agronomia,
Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha-MA, 2017.

1. Produtividade de grãos. 2. Silício. 3. Vigna
Unguiculata. I. Barros Furtado, Mariléia. II. Título.

À Deus, pela sabedoria e o dom da vida.
Aos meus pais Rogério Mendes e Francisca C. Mendes, pelo amor
incondicional e por sempre acreditarem na minha capacidade.
Aos meus irmãos, Robson, Jáckson e Brena pelo apoio e carinho

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, por estar sempre presente, dando-me força, coragem, saúde e inteligência para enfrentar as dificuldades;

A nossa mãe Virgem Maria, pela constante intercessão junto a Deus;

Aos meus pais Francisco Rogério Mendes e Francisca da Costa Mendes e irmãos Robson, Jáckson e Brena Mendes e cunhada Elielda Mendes, por todo carinho, apoio, encorajamento, compreensão e por sempre acreditarem em minha capacidade, foi o que me motivou a nunca desistir;

A professora Mariléia Barros Furtado, pela amizade, paciência, dedicação, pelos conhecimentos repassados e orientação.

A todos os amigos (as) da graduação, em especial á Eduardo Dias, Jadson Murilo, Sérgio Alves, Darciane Sousa, Thiago Nascimento, que sempre estiveram comigo durante a graduação. A Airton Cruz, Tatiana Santos, Victor Machado, Thiago Irving, Laurinete Mendes, Joab Luhan, Danilo Portela, Pablo Nascimento, Francisclaúdio, pela amizade e convivência;

A minha tia Laura Cardoso que foi minha grande incentivadora no início do curso, obrigada!

A minha amiga Halynne Cristinne por sempre estar me motivando, acreditando em mim e pensando no meu bem.

Ao meu querido Frankney Cardeal, pelo apoio, paciência e incentivo durante todos esses anos de graduação.

Ao grupo PROCEMA, em especial para Rafael Mendes, pelo apoio, compartilhamento de conhecimentos e auxílio nas atividades.

Aos professores José Roberto e Maryzélia por participarem da minha banca colaborando em meu aprendizado.

A todos os professores do curso de graduação em Agronomia da UFMA, campus CCAA, que de forma direta e indireta contribuíram na minha formação profissional;

A todos os meus familiares e amigos, que de alguma forma contribuíram para a realização deste objetivo.

Muito obrigada!

Deus vos abençoe!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Altura (cm) de plantas de feijão caupi e diâmetro do caule (cm) obtidos em ensaio de doses de silicato de potássio via foliar..... 4

Tabela 2. Comprimento de vagem (cm), número de grãos por vagem, número de vagens por planta e produtividade (Kg ha^{-1}) do feijão caupi..... 5

SUMÁRIO

| | |
|-----------------------------|---|
| Resumo: | 1 |
| Introdução | 2 |
| Material e Métodos | 3 |
| Resultados e Discussão..... | 4 |
| Conclusão | 6 |
| Referências | 6 |

Desempenho da cultura do feijão caupi em função da adubação com silicato de potássio via foliar

Bianca da Costa Mendes¹, Mariléia Barros Furtado²

¹Graduanda em Agronomia – Universidade Federal do Maranhão, BR 222, km 04, CEP 65500-000
Chapadinha-MA

²Doutora em Agronomia.

bmenes.agro@gmail.com, marileiafurtado@gmail.com

Resumo: Tendo em vista a importância socioeconômica do feijão caupi, é de grande importância estudos voltados a reduzir custos de produção e aumentar a produtividade dessa cultura. O fornecimento de silício vem sendo recentemente estudado a partir de sua liberação como fertilizante, mas ainda há escassez de estudo em plantas de feijão caupi. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de doses crescentes de silicato de potássio no desempenho agrônômico da cultura do feijão caupi cultivado na região do Leste Maranhense. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com sete tratamentos, sendo seis doses de silicato de potássio (0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 L ha⁻¹) e uma testemunha, com quatro repetições. A aplicação foi realizada aos 25 DAE (dias após a emergência) na cultivar BRS Guariba. Foram analisadas as variáveis: altura de planta, diâmetro do caule, comprimento de vagens, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e produtividade de grãos. A dose de 4,0 L ha⁻¹ promoveu maior altura de plantas, diferindo estatisticamente apenas da dose de 6,0 L ha⁻¹, sendo que a maior dose aplicada promoveu menor porte, em relação a diâmetro de caule a dose 2,0 L ha⁻¹ apresentou o menor desempenho. As diferentes doses de silicato de potássio aplicado via foliar em plantas de feijão caupi proporcionaram diferenças significativas para altura de planta e diâmetro de caule, não tendo influenciado as demais variáveis.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, silício, produtividade de grãos.

Performance of cowpea beans as a function of fertilization with foliar potassium silicate

Abstract: Considering the socioeconomic importance of cowpea beans, studies aimed at reducing production costs and increasing production of cowpea are of great importance. The supply of silicon has recently been studied from its release as fertilizer, but there is still a shortage of study in cowpea plants. The objective of this work was to evaluate the effect of increasing doses of potassium silicate on the agronomic performance of cowpea cultivated in the Eastern Maranhense region. (0, 1, 2, 3, 4, 5 and 6 L ha⁻¹) and one control, with four replicates. The application was done at 25 DAE (days after emergence) in BRS Guariba cultivar. The following variables were analyzed: plant height, stem diameter, pod length, number of pods per plant, number of grains per pod and grain yield. A dose of 4.0 L ha⁻¹ promoted a higher plant height, statistically differentiating only the 6.0 L ha⁻¹ dose, with the higher dose being applied smaller, in relation to a stem diameter, a dose of 2.0 L ha⁻¹ presented the lowest performance. As different doses of potassium silicate applied via leaf in cowpea plants provided

significant measures for plant height and stem diameter, not having influenced as other variables.

Key words: *Vigna unguiculata*, silica, grain yield.

Introdução

O feijão é uma cultura de grande interesse econômico e social para o Brasil, pois é um dos principais componentes da dieta alimentar dos brasileiros, sendo também uma alternativa de renda para os produtores rurais. O feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) tem maior destaque na região nordeste quando comparado ao feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) devido a sua adaptação às adversidades climáticas, edáficas e biológicas da região, como altas temperaturas e déficit hídrico, em virtude das suas características de rusticidade e precocidade.

O feijão caupi é uma leguminosa herbácea, de alto valor nutricional, de porte semiereto, crescimento indeterminado e de ciclo curto, com a possibilidade de mais de uma colheita, sendo bastante cultivado em pequenas áreas da agricultura familiar e comercializado em mercados locais. Seus grãos são ricos em proteína vegetal e são bastante utilizados na culinária tradicional brasileira.

Apresenta elevada capacidade de adaptar-se a diferentes ecossistemas e de se desenvolver em solos com baixa fertilidade, tem a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, possui baixa exigência hídrica e apresenta ciclo de maturação curto (BARROS, 2014). Por apresentar certa tolerância à seca, o feijão-caupi pode ser cultivado em diferentes condições de clima e solo, com emprego de pouca tecnologia, sendo, por isso, tradicionalmente explorado por pequenos agricultores, normalmente descapitalizados, sendo a principal fonte de proteínas de famílias nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, tanto das zonas rurais como urbanas (EMBRAPA, 2011a).

O Silício (Si) interfere na arquitetura das plantas, favorecendo a fotossíntese ao proporcionar folhas mais eretas, o que significa maior eficiência fotossintética. Apesar disso, o Si não tem sido estudado intensivamente, principalmente pelo fato de ele não ser considerado essencial às plantas. Contudo, mesmo não sendo essencial, do ponto de vista fisiológico, ao crescimento e desenvolvimento das plantas, em inúmeros casos, demonstrou efeito benéfico sobre o aumento de produção de diversas culturas, como por exemplo, cana de açúcar, arroz e outras gramíneas (EPSTEIN, 1994).

A maior parte do Si ocorre como forma insolúvel, tais como quartzo, feldspato, mica e augita. Entre esses minerais, o feldspato é que sofre um processo de intemperização mais acelerado, sendo a principal fonte de silício disponível para as plantas na solução do solo, na forma de ácido silícico (H_4SiO_4). As fontes de silício comercialmente utilizadas na agricultura são os metassilicatos de sódio e potássio (preferidos em cultivos hidropônicos e aplicações foliares, devido à alta solubilidade) e ácido silícico (PEREIRA JÚNIOR, 2008).

Segundo Figueiredo (2007) os silicatos solúveis são fontes obtidas da fusão da sílica com hidróxidos ou carbonatos de sódio ou potássio em fornos pressurizados, desse modo são obtido as principais fontes de silicatos solúveis que são os silicatos de sódio (Na_2SiO_3) e potássio (K_2SiO_3), que por serem totalmente solúveis são capazes de fornecer Si, prontamente absorvível pelas plantas, o que reduz a quantidade a ser utilizada do produto, além de oferecer a possibilidade de serem utilizados na fertirrigação, hidroponia, via foliar e no solo.

O silicato de potássio aplicado em pulverização via foliar pode ocasionar um aumento na capacidade biológica da planta em resistir às condições adversas do meio como o ataque de patógenos (TEIXEIRA, 2008). É uma fonte interessante de fornecimento de Si, que, aplicado via foliar, pode facilitar o aproveitamento desse elemento pelas plantas, além de poder ser aplicado em conjunto com fungicidas e inseticidas, economizando-se, assim, em aplicações (FREITAS et al., 2011).

O intuito de se pesquisar sobre o fornecimento foliar de Si é de descobrir alternativas viáveis de fertilização do nutriente, através da utilização de menores quantidades, que possam suprir as plantas de Si ou então estimular seus efeitos benéficos (BUCK et al., 2008)

A adubação foliar com silicato de potássio pode ser uma boa estratégia para diminuir o uso de agrotóxicos no combate a doenças e pragas, principalmente. O silicato de potássio não é um fungicida e nem substitui esse tipo de produto, mas pode ser usado como um complemento para aumentar a resistência das plantas a várias doenças, propiciando a diminuição no uso de agrotóxicos nas culturas (LIMA FILHO, 2009).

Com relação à produtividade, têm demonstrado resultados positivos quanto à aplicação do silicato de potássio via foliar, com o aumento na produtividade e aumento significativo no peso de 1000 grãos, número de grãos e vagens na cultura do feijão caupi (NAIVERTH e SIMONETTI, 2015)

O Si ainda é pouco utilizado pela falta de oferta de fertilizantes silicatados em todas as regiões do Brasil, o que onera as despesas com transporte (frete), e também pelo fato de existir ainda uma falta de informação, tanto por parte dos técnicos quanto dos agricultores sobre a importância do Si na agricultura (EMBRAPA, 2011b).

A escassez de trabalhos que envolvam a utilização do silicato de potássio na cultura do feijão, buscando obter o aproveitamento máximo e a identificação de doses que sejam tóxicas para a cultura, visando o aumento da eficiência de uso de nutrientes e da produtividade evidenciam a necessidade de estudos mais abrangentes nessa cultura, em especial na região nordeste do Brasil. Nesse sentido objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de doses crescentes de silicato de potássio no desempenho agrônômico da cultura do feijão caupi cultivado no município do Leste Maranhense.

Material e Métodos

O estudo foi realizado em condições de casa de vegetação no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, situado no município de Chapadinha (3° 44' 30" S, 43° 21' 37" W e 105 m de altitude), de clima classificado como tropical úmido (SELBACH e LEITE, 2008), apresentando temperatura média anual superior a 27°C, com máximas de 37°C e mínima de 21°C (MARANHÃO, 2002), no período de outubro de 2016 à janeiro de 2017.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos (0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 e 6,0 L ha⁻¹ de K₂SiO₃) e quatro repetições. Foram utilizados vasos plásticos com capacidade para 6 dm³ de solo, com duas plantas por vaso, totalizando 28 unidades experimentais. O solo foi retirado na camada arável de 0-20 cm, de uma área já manejada nos anos anteriores, para análise química e para o preenchimento dos vasos.

As aplicações dos tratamentos com o silicato de potássio (K₂SiO₃) foram realizadas aos 25 DAE. A cultivar utilizada foi a BRS Guariba, que segundo a Embrapa (2009) embora tenha crescimento indeterminado, a cultivar tem ramos relativamente curtos e apresenta resistência ao acamamento, característica que facilita a colheita, já

que as vagens ficam posicionadas acima da folhagem, o que melhora tanto a visualização das vagens como a colheita propriamente dita. O porte mais ereto facilita a colheita mecânica, visto que as vagens ficam suspensas, e a máquina pode colher com mais facilidade.

A emergência das plântulas ocorreu três dias após o plantio e o desbaste, aos 10 DAE. A adubação de semeadura foi aplicada de acordo com as recomendações de Alvares et al. (1999), baseada na interpretação dos resultados obtidos pela análise química do solo.

Para aplicação do K_2SiO_3 utilizou-se o produto comercial Quimifol Silício[®], que continha 10% de K_2O e 10% de Si.

Os tratamentos foram conduzidos com irrigação diária durante todo o ciclo, sendo que nos primeiros 10 dias utilizou-se a lâmina de 2,5 mm e após esse período, 5,3mm. O volume de água aplicado foi de 41,28 mm durante todo o ciclo da cultura. Aos 75 dias após a emergência (DAE) sucedeu-se as análises das variáveis, altura da planta (cm), medindo-se do nível do solo até o último nó da haste principal e diâmetro do caule (cm), após a inserção do primeiro nó.

A colheita ocorreu quando as vagens se encontravam secas, com umidade do grão em torno de 16%. Foram analisadas as variáveis comprimento de vagem, número de vagem por planta, número de grãos por vagem e produtividade de grãos, ajustadas a 13% de umidade.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de média de Duncan ($p>0,05$), utilizando o software Assistat Versão 7.7 (SILVA e AZEVEDO, 2016).

Resultados e Discussão

Para as variáveis altura de plantas e diâmetro de caule verificou-se que houve diferença significativa para as diferentes doses aplicadas (Tabela 1). A dose de $4,0 L ha^{-1}$ promoveu maior altura de plantas, diferindo estatisticamente apenas da dose de $6,0 L ha^{-1}$. A maior dose aplicada promoveu menor porte, a causa disso pode ser explicada pela fitotoxidez gerada pelo silicato de potássio.

Em relação a diâmetro de caule a dose $2,0 L ha^{-1}$ apresentou o menor desempenho e a testemunha, dose $0 L ha^{-1}$, não diferiu das demais, isso pode ser explicado devido a diferença nos estados fenológicos em que a planta se encontrou na data da coleta de dados.

Tabela 1. Altura (cm) de plantas de feijão caupi e diâmetro do caule (cm) obtidos em ensaio de doses de silicato de potássio via foliar.

| Doses ($L ha^{-1}$) | Altura de Planta | Diâmetro de Caule |
|-----------------------|------------------|-------------------|
| 0 | 42,87 ab | 0,63 a |
| 1 | 44,37 ab | 0,68 a |
| 2 | 45,25 ab | 0,56 b |
| 3 | 44,25 ab | 0,61 ab |
| 4 | 46,25 a | 0,65 a |
| 5 | 42,75 ab | 0,65 a |
| 6 | 39,81 b | 0,65 a |
| CV% | 8,02 | 7,55 |

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

A aplicação de silicato de potássio via foliar influenciou positivamente na produtividade e na massa de mil grãos e de caule na cultura do milho (SOUSA, 2010).

De acordo com os resultados obtidos (Tabela 2), não foi verificada diferenças significativas para as variáveis comprimento de vagens, número de grãos por vagem, número de vagens por planta e produtividade de grãos pela análise de variância.

Tabela 2. Comprimento de vagem (cm), número de grãos por vagem, número de vagens por planta e produtividade (Kg ha^{-1}) do feijão caupi.

| Doses (L Ha^{-1}) | Comprimento de vagem | Número de grãos por vagem | Número de vagens por planta | Produtividade |
|------------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------|
| 0 | 16,50 a | 9,74 a | 6,00 a | 633,24 a |
| 1 | 17,33 a | 10,34 a | 6,50 a | 680,65 a |
| 2 | 16,38 a | 9,13 a | 7,75 a | 677,53 a |
| 3 | 15,59 a | 8,13 a | 9,75 a | 772,17 a |
| 4 | 15,17 a | 9,23 a | 9,25 a | 797,89 a |
| 5 | 17,25 a | 9,47 a | 6,00 a | 582,46 a |
| 6 | 15,44 a | 8,86 a | 7,25 a | 574,54 a |
| CV% | 8,20 | 14,82 | 31,34 | 26,37 |

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Ao analisar visualmente os grãos observou-se que não foram afetados por doenças e as pragas não atingiram o nível de dano econômico, tendo o silicato de potássio auxiliado na resistência contra o ataque de patógenos.

Na variável comprimento de vagem apesar de não ter diferença significativa pela análise de variância verificou-se a maior média com a dose $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ sendo a menor média obtida com a maior dose ($6,0 \text{ L ha}^{-1}$), ou seja, com o aumento da dose ocorreu um decréscimo na média.

O número de grãos por vagem e de vagem por plantas não diferiram estatisticamente com as doses de silicato de potássio aplicado, fato que pode ser justificado devido ao número de grãos por vagem está relacionado mais com o fator genético da planta.

Levando em consideração a média da região nordeste na safra 2015/16 para o feijão caupi, que foi de $233,0 \text{ Kg ha}^{-1}$ (CONAB, 2016), constatou-se que todos os tratamentos inclusive a testemunha superaram essa média. No caso da testemunha, dose 0 L ha^{-1} , o aumento da produtividade foi de 172% (400 Kg ha^{-1}) em relação a média do nordeste.

Considerando a produtividade média do Maranhão para o feijão caupi na safra 2015/16 de 502 Kg ha^{-1} (CONAB, 2016) observou-se que todas as doses aplicadas obtiveram médias superiores, sendo que a dose $6,0 \text{ L ha}^{-1}$, foi a que proporcionou menor média na produtividade em relação às demais, superou em 14,5 % ($72,5 \text{ Kg ha}^{-1}$) a produtividade média do Maranhão.

Embora a aplicação de silicato de potássio não tenha apresentado diferença significativa na produtividade verifica-se que a maior média de produtividade ($797,89 \text{ Kg ha}^{-1}$) obtida com a dose $4,0 \text{ L ha}^{-1}$ superaram em 26% ($164,7 \text{ Kg ha}^{-1}$) a testemunha.

Ressalta-se que as plantas de feijão caupi não foram submetidas à déficits hídricos, já que foram aplicadas lâminas de irrigação durante todo o ciclo, fato que também justifica as produtividades mais elevadas encontradas no ensaio em relação às médias da região Nordeste e do Maranhão.

Os resultados obtidos são considerados satisfatórios considerando as produtividades alcançadas, embora as características analisadas não tenham contribuído para obtenção de resultados significativos nas variáveis analisadas.

Para Pereira Júnior (2008) as doses de silicato de potássio não proporcionaram aumentos significativos na produtividade de grãos, peso de sementes e número de sementes por legumes na cultura da soja.

A aplicação de silicato de potássio via foliar na cultura do feijão, com dosagem mediana de 0,5 L ha⁻¹ proporcionou um aumento na produtividade, redução da área foliar atacada, e um aumento significativo no número de grão e vagens (NAIVERTH e SIMONETTI, 2015).

Segundo Teixeira (2008) o rendimento de grãos e seus componentes (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso de cem grãos) não são influenciados pela adubação silicatada.

Para Zanão Júnior (2009) a Si aplicado via foliar apresentou resultados semelhantes à testemunha, para todas as variáveis avaliadas na cultura do arroz.

Conclusão

As diferentes doses de silicato de potássio aplicado via foliar em plantas de feijão caupi proporcionaram diferenças significativas para altura de planta e diâmetro de caule, não tendo influenciado as demais variáveis.

Referências

BARROS, N. V. A. **Influência do cozimento na composição centesimal, minerais, compostos bioativos e atividade antioxidante de cultivares de feijão-caupi**. 2014. 90f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) Universidade Federal do Piauí, Teresina. 2014.

BUCK, G.B.; KORNDÖRFER, G.H.; NOLLA, A.; COELHO, L. Potassium silicate as foliar spray and rice blast control. **Journal of Plant Nutrition**, v.31, n.2, p.231-237, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v.3, n.12 (2016) – Brasília: Conab, 2016. 184p.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.91, p.11-17, Washington, Jan 1994.

EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL. **BRS Guariba – Nova cultivar de feijão-caupi para o Estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. 6p. (Embrapa: Comunicado Técnico 76) Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/63843/1/ComTec-76-2009.pdf> acesso em 21 Jan. 2017.

EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS. **Adubação silicatada em cana-de-açúcar**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011a. 50p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros, Documento 165). Disponível em: http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2011/doc_165.pdf. Acesso em: 20 jan. 2017.

EMBRAPA MEIO NORTE. **Cultivo do feijão-caupi em sistema agrícola familiar**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011b. 15p. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica 51). Disponível em: http://www.cpamn.embrapa.br/publicacoes/new/circular/circular_pdf/circular_51.PDF. Acesso em 15 Jan. 2017.

FIGUEIREDO, F. C. **Nutrição, proteção e qualidade da bebida do café sob pulverizações de silicato de potássio líquido solúvel**. 2007. 97p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) Universidade Federal de Lavras. 2007.

FREITAS, L. B.; COELHO, E.M.; MAIA, S. C. M.; SILVA, T. R. B.. Adubação foliar com silício na cultura do milho. In: Solos e Nutrição de Plantas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.2, p. 262-267, mar/abr, 2011.

LIMA FILHO, O.F de. **Buscando maior sustentabilidade na agricultura com silicatos**. 2009. Artigo em Hypertexto (Informações Tecnológicas) . Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/Silicatos/index.htm. Acesso em: 08 Jan. 2017.

MARANHÃO (Estado). **Atlas do Maranhão**. São Luís: UEMA, GEPLAN, 2002, 44p.

NAIVERTH, L. E.; SIMONETTI, A. P. M. M. Incidência de pragas e produtividade da cultura do feijão submetida a adubação foliar com silício. **Revista Thêma et Scientia**. Vol. 5, n. 1, jan/jun. 2015.

PEREIRA JÚNIOR, P.. **Doses de silício na produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e suas características agrônômicas**. 2008. 28p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG. 2008.

SELBACH, J. F. e LEITE, J. R. S. A. **Meio ambiente no Baixo Parnaíba: olhos no mundo, pés na região**. São Luís: EDUFMA, 2008, 216p.

SILVA, F. A.S.; AZEVEDO, C. A.V. The Assistat Software Version 7.7 (2016) and its use in the analysis of experimental data. **African Journal Agricultural Research**. Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 2008.

SOUSA, J. V. de; RODRIGUES, C. R.; LUZ, J. M. Q.; CARVALHO, P. C. de; RODRIGUES, T. M.; BRITO, C. H.. Silicato de potássio via foliar no milho: fotossíntese, Crescimento e produtividade. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 26, n. 4, p. 502-513, 2010.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, R. P.; SILVA, A. G.; KORNDORFER, P. H. Fontes de silício em cultivares de feijão nas safras das águas e da seca. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 39, n. 4, p. 562-568, 2008.

ZANÃO JÚNIOR, L.A.; FONTES, R. L. F.; ÁVILA, V.T. Aplicação do silício para aumentar a resistência do arroz à mancha-parda. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.2, p.203-206, 2009