



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

THAYNY ALVES VIANA

**CULTIVARES DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata*) SUBMETIDAS A
DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO NO EXTREMO NORTE DO ESTADO
DO TOCANTINS**

**ARAGUATINS
2017**

THAYNY ALVES VIANA

**CULTIVARES DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata*) SUBMETIDAS A
DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO NO EXTREMO NORTE DO ESTADO
DO TOCANTINS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins,
Campus Araguatins

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Laerton de Lima
Leite.

**ARAGUATINS
2017**

VIANA, Thayny Alves

Cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) submetidas a diferentes doses de fósforo no extremo norte do Estado do Tocantins / Thayny Alves Viana. – Araguatins, 2017. 36 f.

Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus* Araguatins, 2017.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite

1. Fertilidade. 2. Avaliações. 3. Plantas. I. Título



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "CULTIVARES DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata*) SUBMETIDAS A DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO NO EXTREMO NORTE DO ESTADO DO TOCANTINS"

AUTOR: Thayny Alves Viana

ORIENTADOR: Prof. Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Agronomia.

Aprovado (a) em 21 de agosto de 2017.

Prof. Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*

Prof. Dr. Sérgio Alves de Sousa
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*

Prof. Dr. Samuel de Deus da Silva
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*

DEDICATÓRIA

A Deus por ter me concedido a vida, a saúde, seu amor, minha família e pela realização deste sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, meu pai verdadeiro, pelos momentos de alegria e pelos momentos difíceis que me ajudaram a ser perseverante e por sempre demonstrar que nunca me deixaria sozinha.

A minha família, que sempre me apoiou, estando ao meu lado, orando pela minha vida e me mostrando que eu podia e sempre poderei contar com o amor deles.

Agradeço em especial a minha mãe, Francisca Alves da Silva, conhecida por todos por Vivina, por ser uma mulher de fé, pelas orações, por todo o seu amor, carinho, dedicação, cuidados, conselhos e ainda por ser uma excelente mãe e grande amiga.

Agradeço aos meus avós que desde a infância me mostraram o caminho da verdade, o respeito ao próximo, que os erros são comuns, mas permanecer neles é sinal que não houve aprendizado.

Aos meus amigos (as) Jean Murilo, Sidney Nunes, Thalita Rodrigues, Érica Chaves, Cristielly Maria, Rudiney Maranhã, Rodrigo Alves, Eduarda Fernanda, Maria Aparecida, Sebastião Feitosa, Gaspar Ferreira pela amizade, pela realização de trabalhos juntos, e toda cordialidade e momentos de descontração.

Agradeço ao Rodrigo Santos, meu bem, que sempre demonstrou estar ao meu lado, por seu carinho, atenção, pelas palavras de apoio e incentivo, por seus conselhos, sua alegria e bom humor.

Agradeço ao meu professor orientador Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite por todas as palavras de sabedoria, por toda paciência, por acreditar nesta pesquisa e por todo direcionamento à ciência.

Agradeço ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia *Campus – Araguatins*, pela possibilidade de estudar e aprender uma profissão de grande importância para produção agrícola do país.

Aos funcionários do *Campus Araguatins*, em especial a Lindamar (Linda), que se tornou uma grande amiga, aos Senhores Criolo, José Coimbra pela amizade valiosa que nunca poderei esquecer, pelos conselhos, pelas conversas, sempre guardarei comigo.

Agradeço ao professor Sérgio Alves e a acadêmica de agronomia Samara, por terem doado as sementes de feijão-caupi e possibilitado a realização da pesquisa.

Agradeço a todos meus familiares, amigos, funcionários que direta ou indiretamente contribuíram para que houvesse a concretização de um sonho.

***“Os grandes feitos são conseguidos não pela força, mas pela
perseverança”.***
(Samuel Johnson).

RESUMO

O feijão-caupi é uma leguminosa de grande importância para as regiões Norte e Nordeste do país, adapta-se bem a solos com baixa fertilidade e ainda é rico em proteínas, sais minerais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de fósforo em cultivares de feijão-caupi no extremo norte do Tocantins. O experimento foi conduzido em viveiro utilizando-se vasos com 9 kg de solo coletado a uma profundidade de 0-20 cm, organizado em delineamento de blocos casualizados com 4 doses de fósforo (0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅) duas cultivares (BRS Guariba e BRS Tumucumaque) com 4 repetições. As avaliações do comprimento do ramo principal (CRP) e diâmetro do caule ao nível do solo (DNS) foram realizadas a cada 7 dias, aos 15, 22, 29, 36 e 43 dias após a emergência das plântulas (DAE), o número de vagens secas por planta (NVP), comprimento de vagem seca (CVS), número de grãos de 5 vagens (NG5V) foi realizado no período de 20/06/2017 a 30/06/2017 e após a última coleta das vagens realizou-se a limpeza das raízes e posterior pesagem da massa fresca da raiz (MFR) em balança analítica digital. A massa seca da raiz (MSR) foi obtida após secagem em estufa de circulação forçada de ar e depois pesadas em balança analítica digital. Os valores obtidos nas análises correspondem as médias de duas plantas por parcela. Os resultados experimentais foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e para a média dos tratamentos realizou-se a comparação por meio do teste de Tukey a 1% de probabilidade. O *software* estatístico utilizado foi o ASSISTAT. As tabelas foram produzidas no programa Microsoft Word 2013 e os gráficos no programa Microsoft Excel 2013. As maiores doses de fósforo 40 e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ mostram-se mais eficientes para a BRS Tumucumaque em relação aos parâmetros comprimento do ramo principal, diâmetro do caule ao nível do solo, peso de 100 grãos e massa seca da raiz. A dose 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ mostrou-se eficaz para o número de grãos de cinco vagens para a BRS Guariba.

Palavras-chave: fertilidade, avaliações, plantas.

ABSTRACT

The cowpea is a legume of great importance for the North and Northeast of the country, adapts well to soils with low fertility and is still rich in proteins, minerals. The objective of this work was to evaluate the effect of different doses of phosphorus on cowpea cultivars in the northern end of Tocantins. The experiment was conducted in a nursery using pots with 9 kg of soil collected at a depth of 0-20 cm, organized in a randomized block design with 4 doses of phosphorus (0, 20, 40 and 60 kg ha⁻¹ of P₂O₅) Two cultivars (BRS Guariba and BRS Tumucumaque) with 4 replicates. The main branch length (CRP) and stem diameter at the ground level (DNS) were evaluated every 7 days at 15, 22, 29, 36 and 43 days after seedling emergence (DAE), the number of dry pods per plant (NVP), dry pod length (CVS), number of 5-pod beans (NG5V) was carried out from 06/20/2017 to 06/30/2017 and after the last collection of the pods Root cleaning and subsequent weighing of the fresh root mass (MFR) in a digital analytical balance. Root dry mass (MSR) was obtained after drying in a forced air circulation oven and then weighed in a digital analytical balance. The values obtained in the analyzes correspond to the means of two plants per plot. The experimental results were submitted to analysis of variance (ANOVA) and for the average of the treatments the comparison was made through the Tukey test at 1% of probability. The statistical software used was ASSISTAT. The tables were produced in the Microsoft Word 2013 program and the charts in the Microsoft Excel 2013 program. The highest doses of phosphorus 40 and 60 kg ha⁻¹ of P₂O₅ are shown to be more efficient for the BRS Tumucumaque in relation to the main branch length parameters, Diameter of the stem at ground level, weight of 100 grains and root dry mass. The 0 kg ha⁻¹ dose of P₂O₅ was shown to be effective for the number of five-pod beans for BRS Guariba.

Keywords: Fertility, Evaluations, Plants.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Considerações sobre o feijão-caupi	13
2.2 Botânica do feijão-caupi	14
2.3 Importância socioeconômica do feijão-caupi	15
2.4 Características das cultivares utilizadas	16
2.4.1 BRS Guariba	16
2.4.2 BRS Tumucumaque	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Local de realização do experimento e caracterização edafoclimática	17
3.2 Delineamento experimental	19
3.3 Condução do experimento	19
3.4 Tratamentos	20
3.5 Croqui do experimento:	20
4. Variáveis analisadas	21
4.1 Variáveis morfológicas	21
4.2 Variáveis de produção	21
4.3 Variáveis fitotécnicas:	22
5. Análise estatística	22
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6.1 Variáveis morfológicas	23
6.2 Variáveis de produção	25
6.3 Variáveis fitotécnicas	28
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
8. REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

O Brasil está localizado geograficamente na região tropical e subtropical sendo rico em belezas naturais e extensão de áreas para produção agrícola, (COELHO et al., 2002) compostas por solos ácidos como os Latossolos, Argilossolos, Neossolos Quartzarênicos e com pouca acidez e muito férteis a exemplo os Vertissolos (TRINDADE et al., 2011; CUNHA; ALMEIDA; BARBOZA, 2014).

A acidez e o nível de fósforo (P) disponível para as plantas estão diretamente relacionados com a fertilidade do solo (FERNANDES; FONSECA; BRAZ, 2013), pois esta depende do seu material de origem, como também os agentes do intemperismo – clima (chuva, temperatura, vento e luz) e organismos, que ajudam em sua decomposição, formando diferentes tipos de solos e acúmulo de quantidades variadas de nutrientes (CORREIA; REATTO; SPERA, 2004).

A quantidade de P na solução do solo (forma lábil) é considerada pequena em relação a necessidade requerida pelas plantas (BROGGI et al., 2011), pois suas raízes não conseguem absorver o nutriente de forma mais eficiente, devido sua forte ligação com as partículas de solo, principalmente na fração argila (forma não-lábil - adsorvido) (NOVAIS; SMYTH; NUNES, 2007).

O nível crítico teórico de P no solo considerado adequado para o desenvolvimento do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) é aproximadamente 10 mg kg^{-1} . O P é o elemento extraído em menor quantidade, mas causa grande limitação para a produção da cultura, sendo necessário a utilização de doses variadas para que a cultura consiga produzir de maneira satisfatória (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002).

O P é muito importante no metabolismo das plantas, tendo participação ativa na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese. No trabalho de Parry; Kato; Carvalho (2008) observaram que a dose de NPK + P proporcionou, em parte, maiores teores de Nitrogênio (N) e outros nutrientes às plantas de feijão-caupi.

Pereira Júnior et al. (2015) observaram que a maior dose de P_2O_5 proporcionou produtividade de grãos de 1.792 kg ha^{-1} , além do aumento dos teores de P e N nas folhas em cultivar de caupi.

O trabalho teve por objetivo avaliar cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) submetidas a diferentes doses de fósforo no extremo norte do Estado do Tocantins

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Considerações sobre o feijão-caupi

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é de origem Africana e muito cultivado nas regiões Asiáticas e das Américas (COUTINHO et al., 2014). É uma leguminosa, da família *Fabaceae*, conhecido por várias denominações como, feijão-de-corda, manteiguinha, macassar, feijão-miúdo (FREIRE FILHO et al., 2011; COSTA et al., 2013). Importante fonte de renda e alimentação para os pequenos produtores rurais e suas famílias que o cultivam em sequeiro e com baixo nível tecnológico nas regiões Norte e Nordeste do país (BEZERRA et al., 2008).

A cultura do feijão-caupi tem grande importância devido ser um gerador de empregos nas localidades onde é comercializado, pois adapta-se bem a solos de baixa fertilidade, é pouco exigente em água (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002), uma vez que necessita de pelo menos 300 a 500 mm anuais de precipitação para poder produzir de forma relativamente adequada, sem que haja necessidade da utilização de algum tipo de irrigação (OLIVEIRA et al., 2013).

A temperatura é outro fator que influencia diretamente no funcionamento da planta, mas o caupi possui ampla faixa de amplitude térmica que varia de 19° C a 34° C (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002; EMPARN, 2010), considerando-se a faixa ótima as temperaturas entre 20° C e 30° C. Baixas temperaturas, inferiores a 19° C, influenciam diretamente a produtividade da leguminosa, ocasionando o aumento do ciclo vegetativo e retardando o florescimento; temperaturas superiores a 35° C também acarretam prejuízos ao desenvolvimento da cultura pois provocam abortamento espontâneo das flores, prejudicando a formação de vagens e produção de grãos (CAMPOS; SILVA; SILVA 2010).

Na produção nacional o caupi está incluído nas três diferentes safras juntamente com o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*), sendo a primeira safra plantada na região Sul e Sudeste entre agosto e dezembro e colheita nos meses de novembro a abril. Enquanto que na região Centro-Oeste, Nordeste e Norte o plantio ocorre nos meses de outubro a fevereiro, e a colheita de janeiro a maio (CONAB, 2015).

A segunda safra, na região Sul e Sudeste o plantio vai de janeiro a abril, com colheita entre março e agosto. Já nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste o

plantio ocorre entre janeiro e junho, sendo a colheita de março a setembro. Na terceira safra nas regiões Sul e Sudeste, o plantio ocorre de março a junho e colheita de junho a outubro. E no Centro-Oeste, Norte e Nordeste o plantio é de abril a junho e colheita em junho a outubro (SEAB, 2016).

O caupi pode ser cultivado em grande diversidade de solos, entre eles estão os Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Quartzarênicos (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002). De um modo geral, desenvolve-se em áreas cujos solos têm regular teor de matéria orgânica, leves, profundos, arejados e que possuam de média a alta fertilidade como os Vertissolos (NETO; BARRETO; COELHO 2015; EMBRAPA, 2006).

Em áreas virgens, com pastagens ou outras culturas, deve-se fazer o corte/destoca ou roçagem, incorporando os restos culturais mediante aração e após a germinação das ervas daninhas, efetua-se a gradagem, diminuindo assim, a competição destas com as plantas nos seus primeiros estádios de crescimento (EMPARN, 2010; CÂMARA; FREIRE FRILHO, 2001). Esta prática deve ser realizada no período das chuvas. A aração deve ser realizada com o arado à profundidade de 15 a 20 cm, seguida de gradagens cruzadas no pré-plantio. No caso de solos compactados, proceder a descompactação com o uso de um subsolador (LIRA et al., 2010).

2.2 Botânica do feijão-caupi

O feijão-caupi é uma espécie rústica que se adapta bem às condições de clima e solo das regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, possui grande variedade genética, alto potencial produtivo, grande capacidade de fixação do Nitrogênio atmosférico (N_2) por meio da simbiose com bactérias. É classificado como uma planta *Dicotyledonea*, pertencente à ordem *Fabales*, da família *Fabaceae*, subfamília *Fabeoide*, tribo *Phaseoleae*, do gênero *Vigna* e espécie *Vigna unguiculata* (FREIRE FILHO et al., 1998; BA; PASQUET; GEPTS 2004; PIENAAR; WYK, 1992).

As sementes do feijão-caupi possuem reservas de proteínas (20% a 30%), carboidratos (principalmente o amido), minerais como o ferro, zinco e fósforo. Apresentam forma reniforme orbicular, é do tipo exalbuinosa, endosperma parcial ou totalmente consumido pelo embrião em desenvolvimento. Possui embrião axial invaginado papilionáceo, com seus cotilédones dispostos no sentido longitudinal,

planos, crassos, com base normalmente assimétrica e auriculada (MOREIRA et al., 2008; SILVA et al., 2002).

O caupi é uma planta C_3 , ou seja, no ciclo de Calvin da fotossíntese C_3 o CO_2 (dióxido de carbono) é ligado a uma molécula de cinco carbonos, a RuBP (ribulose bifsfosfato), formando assim, um composto com seis carbonos, que se divide formando duas moléculas com três carbonos. Na fase inicial o CO_2 é capturado e catalisado pela enzima RuBP carboxilase/oxigenase (rubisco), porém a rubisco (ácido 3-fosfoglicérico) possui limitações, ocasionando restrições quanto a concentração de CO_2 na atmosfera (GUREVITCH; SCHEINER; FOX 2009; KERBAUY, 2004).

As plantas C_3 apresentam mesófilo foliar (parênquima paliádico e parênquima lacunoso) com cloroplastos. A temperatura influencia diretamente no processo fotossintético, sendo os valores considerados ótimos entre $30^\circ C$ a $45^\circ C$. Além disso, a produção de matéria seca envolve consumo e perda de água e de CO_2 , em que as C_3 possuem menor eficiência no uso da água de 1 a 3 g CO_2 kg H_2O^{-1} em comparação com as plantas C_4 (VIEIRA et al., 2010).

2.3 Importância socioeconômica do feijão-caupi

O feijão-caupi é fonte de alimento de fundamental importância para os pequenos produtores da região Norte e Nordeste do país. O caupi é fonte de proteínas, carboidratos, possui alto teor de fibras alimentares, rico em vitaminas, minerais, além de conter todos os aminoácidos essenciais (em especial a lisina) e com baixo teor de lipídios (FROTA et al., 2010; LANDIM et al., 2013; GOMES; REIS; SILVA 2012; MOREIRA et al., 2008).

Nas áreas de plantio é utilizado mão-de-obra familiar, diminuindo assim, os gastos com a produção. Na economia é comercializado no mercado de sementes e possui destaque na comercialização de farinha, para a produção de acarajé e abará (culinária baiana), além de enlatados, massa para indústria na fabricação de bolos, macarrão, doces, biscoitos, entre outros (MOREIRA et al., 2008).

A produção média mundial de feijão-caupi nos anos de 2012 a 2014 foi de 7,32 milhões de toneladas. A produção dos maiores produtores da cultura somam 83%, sendo a Nigéria o principal produtor com participação de 54% de toda a produção, seguida do Níger com 23% e Burkina Faso com 8% (SEAB, 2016).

No Brasil a produtividade média nacional esperada para o caupi segundo o décimo levantamento realizado pela CONAB (2017) é de 522 kg ha⁻¹. Mas o Estado do Tocantins tem demonstrado resultados significativos de acordo com sexto levantamento realizado pela CONAB (2017) a estimativa de produtividade é de 1.307 kg ha⁻¹.

Segundo o décimo primeiro levantamento da CONAB (2017) o cultivo do feijão-caupi no país apresenta grande variação na área plantada, pois depende das duas primeiras safras. Estima-se uma área plantada nas safras de 2016/2017 de 512,17 mil hectares. Quanto à produtividade espera-se bons resultados devido o feijão ser plantado em sistema irrigado no centro-sul e durante o período chuvoso no Norte e Nordeste.

Ainda de acordo com o décimo primeiro levantamento da CONAB (2017) as maiores produções de feijão-caupi ainda estão localizadas nas regiões Norte e Nordeste do país, pois o aumento de expansão da produção frente ao decréscimo dos preços foi superior, em que espera-se uma produção duas vezes maior do que nas safras de 2015/2016. A receita bruta total esperada do caupi no país nesta safra está estimada em 1,82 bilhão de reais, com aumento de 26,7% com relação à anterior.

O preço mínimo da saca de 60 kg do feijão-caupi nas safras de verão entre 2015/2016, 2016/2017 para as regiões norte e nordeste foi de R\$ 50,40 e R\$ 52,80 respectivamente. A nível de comercialização para o mercado interno o preço da saca recebido pelo produtor para os estados do Mato Grosso e Pará para o mês de junho do ano vigente o valor foi de R\$ 72,12 R\$ 228,27 respectivamente (CONAB, 2017).

2.4 Características das cultivares utilizadas

2.4.1 BRS Guariba

A cultivar BRS Guariba foi obtida por meio do cruzamento da linhagem IT85F-2687 com a linhagem TE87-98-8G. Foi trazida ao país pelo International Institute of Tropical Agriculture-IITA da Nigéria para o programa de Melhoramento Genético de feijão-Caupi da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI (GONÇALVES et al., 2009).

A BRS Guariba tem ciclo curto entre 65 a 70 dias, porte semiereto, hábito de crescimento indeterminado, ramos laterais curtos, desenvolvendo-se melhor em solos leves, profundos, arejados e dotados de média a alta fertilidade, seus grãos possuem coloração branca, teor de proteína de 22%, comprimento de vagem de 17,8 cm, número médio de grãos por vagem de 12, nível de inserção de vagem acima da folhagem, 41 dias para a floração (VILARINO, 2007; MATOSO, 2014; GONÇALVES et al., 2009).

Nos plantios realizados em alguns estados apresentou diferentes médias de produtividades: no Maranhão 1.508 kg ha⁻¹, no Piauí 1.475 kg ha⁻¹, no Amazonas em terra firme 1.230 kg ha⁻¹ e em sistema de várzea 870 kg ha⁻¹ nos anos de 2006 e 2009 (EMBRAPA, 2008).

2.4.2 BRS Tumucumaque

A cultivar BRS Tumucumaque foi lançada no ano de 2009 pela Embrapa Meio-Norte. A linhagem MNC99-537F-4 foi selecionada do cruzamento com o código MNC99-537, que possui como parental feminino a linhagem TE96-282-22G. É uma cultivar que apresenta porte semiereto, resistência ao acamamento, ciclo entre 70 a 75 dias, grãos brancos, com alto teor de ferro (60,57 mg kg⁻¹) e zinco (51,63 mg kg⁻¹) (OLIVEIRA et al., 2014).

A BRS Tumucumaque possui porte semiereto, hábito de crescimento indeterminado, comprimento médio de vagem de 19 cm, 43 dias para a floração e número médio de grãos por vagem igual a 12. Em alguns cultivos realizados nas regiões norte, nordeste, centro-oeste e outras em sistema de sequeiro a cultivar apresentou ótimos resultados. No sistema irrigado em Teresina, PI obteve produtividade de 1.703 kg ha⁻¹ superando a testemunha, cultivar BRS Guariba em 3% e a cultivar Vittar em 34% (OLIVEIRA et al., 2014; EMBRAPA, 2009).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de realização do experimento e caracterização edafoclimática

O experimento foi conduzido na área do viveiro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus Araguatins* (IFTO), nas

seguintes coordenadas geográficas: latitude S 05° 38' 43" e longitude W 48° 04' 18", com altitude de 103 m.

Segundo a classificação de Koppen-Geiger o clima é tropical Aw (estação seca de inverno e estação chuvosa no verão), com temperatura média e precipitação anual de 26° C e 1.675 mm respectivamente (CLIMA-DATA.ORG, 2017).

A coleta do solo foi efetuada nas camadas de 0 a 20 cm de profundidade e submetido a análise química e física no Laboratório de Análises de Solos da própria instituição de realização do experimento (IFTO *Campus-Araguatins*), seguindo metodologia da Embrapa (1997). Segue os resultados das análises:

Tabela 1: Resultado da análise química do solo

pH em H ₂ O	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T	V%	M.O
	mg/dm ³		cmol _c /dm ³							
5,6	30,80	313	17,5	4,8	0,0	7,92	23,10	31,02	74,47	3,41

Resultado da análise física do solo

Areia	Argila	Silte
%		
38,12	40,64	21,24

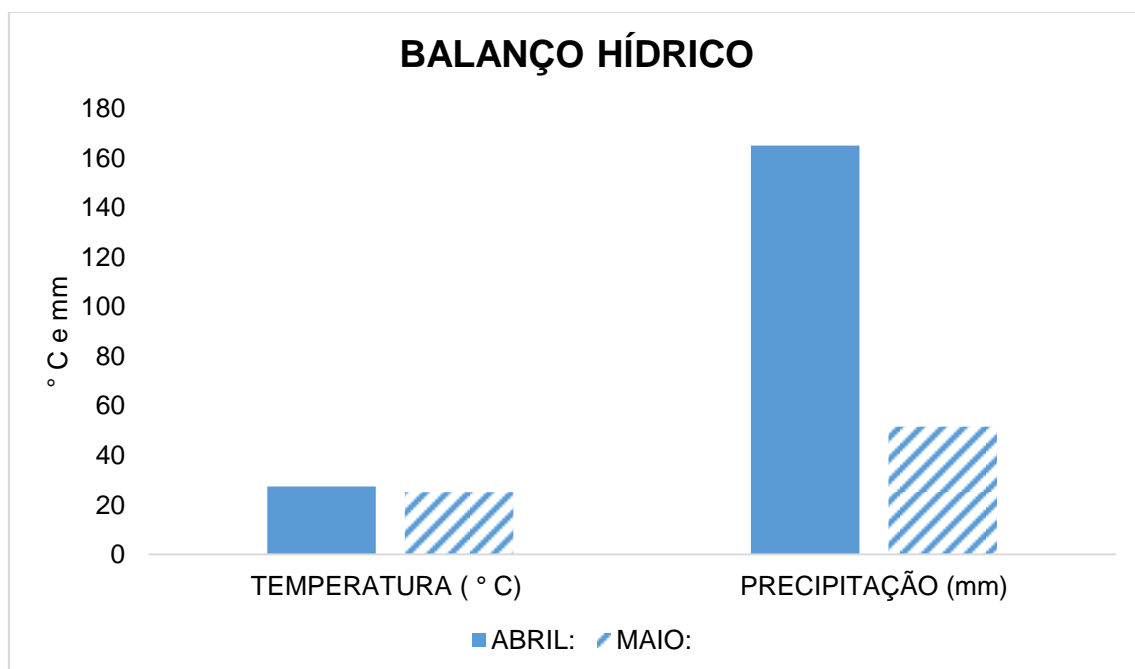


Figura 1: Balanço hídrico referente ao mês de plantio das sementes e o crescimento vegetativo do feijão-caupi. Fonte: INMET (2017).

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com 4 doses de P (0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹) e cultivo de duas cultivares de feijão-caupi, (BRS Guariba e BRS Tumucumaque) com 4 repetições, totalizando 32 parcelas. A unidade experimental é constituída pela média de duas plantas por parcela.

3.3 Condução do experimento

O experimento teve duração de 69 dias sendo conduzido no período de 21/04/2017 a 30/06/2017 em viveiro com tela de sombreamento de 50%, sendo que em suas laterais não havia proteção. O plantio foi realizado em vasos plásticos – corpo de cilindro, perfurados em sua base, com dimensões de 25 cm de altura, 28 cm de diâmetro e volume de 10 litros. As sementes eram certificadas pela Embrapa.

O solo do experimento foi classificado como Vertissolo Ebânico Órtico (IBGE, 2007) e a fonte de P utilizada foi o Monoamônio Fostato (MAP). Peneirou-se 9 kg de terra que foram colocados nos vasos e ordenados no viveiro de acordo com o sorteio dos tratamentos para cada bloco. Em seguida, o adubo foi pesado em balança analítica digital de precisão de 0,01g.

O plantio ocorreu no dia 21/04/2017, utilizando-se cinco sementes por vaso, a uma profundidade de 3 cm. O adubo foi distribuído na superfície do vaso próximo à sua bordadura. Para cada dose, foram feitos cálculos e transformados em gramas por vaso: para a dose de 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅= 105,5 mg (miligramas), 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅= 211 mg e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅= 316,50 mg. Depois foi utilizado um regador para irrigá-los e o raleio das mudas foi realizado 11 dias após a emergência das plântulas, dia 04/05/2017, mantendo-se apenas 2 plantas por vaso.

As plantas foram irrigadas a cada dois dias, nos períodos mais amenos do dia e próximo à floração, época de maior requerimento hídrico, a irrigação foi realizada diariamente. Em função do porte semiereto as plantas foram estaqueadas com estacas de bambu (*Bambusa vulgaris*) de 1,20 m de altura.

Segue abaixo os tratamentos com as respectivas dosagens de P, segundo a recomendação de SOUZA; LOBATO (2004):

3.4 Tratamentos

T1: Plantio da cultivar de feijão-caupi BRS Guariba + dosagem de 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (testemunha);

T2: Plantio da cultivar de feijão-caupi BRS Guariba + dosagem de 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅;

T3: Plantio da cultivar de feijão-caupi BRS Guariba + dosagem de 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅;

T4: Plantio da cultivar de feijão-caupi BRS Guariba + dosagem de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅;

T5: Plantio da cultivar de feijão-caupi BRS Tumucumaque + dosagem de 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (testemunha);

T6: Plantio da cultivar de feijão-caupi BRS Tumucumaque + dosagem de 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅;

T7: Plantio da cultivar de feijão-caupi BRS Tumucumaque + dosagem de 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅;

T8: Plantio da cultivar de feijão-caupi BRS Tumucumaque + dosagem de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

3.5 Croqui do experimento:

	T3 ●	T1 ●	T2 ●	T6 ■	Bloco 04
	T4 ●	T5 ■	T4 ●	T7 ■	
	T1 ●	T6 ■	T7 ■	T2 ●	Bloco 03
	T7 ■	T3 ●	T1 ●	T4 ●	
●	T5 ■	T2 ●	T6 ■	T8 ■	BRS
■	T6 ■	T7 ■	T3 ●	T1 ●	
	T8 ■	T8 ■	T5 ■	T5 ■	
	T2 ●	T4 ●	T8 ■	T3 ●	

Guariba;
BRS Tumucumaque.

4. Variáveis analisadas

4.1 Variáveis morfológicas

As medidas foram realizadas a cada 7 dias, aos 15, 22, 29, 36 e 43 dias após a emergência das plântulas (DAE), em função do crescimento indeterminado das cultivares. Iniciou-se na fase vegetativa e finalizou-se na fase de floração.

- Comprimento do ramo principal (CRP): com o uso de uma régua graduada foi medido a distância, em centímetros (cm), entre o colo da planta e o ápice do ramo principal.
- Diâmetro do caule ao nível do solo (DNS): a medição do diâmetro do caule foi realizada ao nível do solo com o auxílio de paquímetro digital e a unidade de medida foi dada em milímetros (mm).

4.2 Variáveis de produção

A colheita das vagens secas ocorreu no período de 20/06/2017 a 30/06/2017.

- Número de vagens secas por planta (NVP): obteve-se por meio da contagem de vagens secas produzidas pelas plantas de cada parcela.
- Comprimento de vagem seca (CVS): foi utilizado uma régua graduada, em cm, para obtenção dos valores das vagens secas.
- Número de grãos de 5 vagens (NG5V): relação entre o número de grãos e o comprimento de vagem.

- Peso de 100 grãos (PCG): no procedimento de pesagem dos grãos foi utilizado uma balança analítica digital, em que se utilizou um Becker de 600 ml e anotou-se seu peso (58,53 g) e apenas o peso dos grãos foi obtido. O resultado, em gramas, é em função da relação entre o peso de grãos secos de 5 vagens e o número de grãos das 5 vagens, multiplicado por 100 (BENVINDO, 2007).

4.3 Variáveis fitotécnicas:

Após a colheita de todas as vagens secas dos blocos, efetuou-se a retirada das raízes de cada parcela e posterior lavagem. Foi observado a presença de nódulos nas raízes, porém os mesmos não foram retirados, considerados como parte integrada a estas em função de ter ocorrido simbiose natural entre bactérias e raízes das cultivares do feijão-caupi.

Na pesagem das raízes foi realizado o mesmo método de pesagem dos 100 grãos.

- Massa fresca da raiz (MFR): obtenção dos valores em gramas (g). As raízes foram lavadas e pesadas em balança analítica digital.

- Massa seca da raiz (MSR): as raízes foram colocadas em saquinhos de papel com as devidas identificações e postas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65° C por 72 horas. Depois de retiradas dos saquinhos, procedeu-se a pesagem, em gramas, das raízes, em balança analítica digital (MATOSO, 2014; SOUTO et al., 2009).

5. Análise estatística

Os resultados experimentais foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e para a média dos tratamentos realizou-se a comparação por meio do teste de Tukey a 1% de probabilidade. O *software* estatístico utilizado foi o ASSISTAT versão 7.7 (SILVA; AZEVEDO 2016). As tabelas foram produzidas no programa Microsoft Word 2013 e os gráficos no programa Microsoft Excel 2013.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Variáveis morfológicas

Nas cinco avaliações do comprimento do ramo principal (CRP) apenas aos 22 dias após a emergência (DAE) o tratamento com 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para a cultivar BRS Tumucumaque (T8) diferiu estatisticamente de sua testemunha, 0 kg ha⁻¹ P₂O₅ (T5) e dose de 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para a cultivar BRS Guariba (T1) (Tabela 2).

Souto et al. (2009) relataram que o P é um nutriente de relevante importância para o metabolismo das plantas, sendo que sua baixa disponibilidade na fase inicial do ciclo vegetativo ocasiona restrições ao seu desenvolvimento. Coutinho et al. (2014) constataram que a menor dose de P₂O₅ (0 kg ha⁻¹ P₂O₅) para a cultivar BRS Mulato ocasionou a menor altura de plantas, com isto, concluíram que a ausência de P é um fator limitante ao crescimento do feijão-caupi.

Tabela 2: Médias dos tratamentos do Comprimento do Ramo Principal (CRP) das cultivares BRS Guariba e BRS Tumucumaque, medições realizadas a cada 7 dias, aos 15, 22, 29, 36 e 43 dias após a emergência (DAE) respectivamente. IFTO, município de Araguatins – TO (2017).

Tratamentos	CRP (cm)				
	15 DAE ^{ns}	22 DAE ^{**}	29 DAE ^{ns}	36 DAE ^{ns}	43 DAE ^{ns}
T1	24,42a	30,68 b	61,71a	94,06a	124,00a
T2	25,98a	33,57ab	64,45a	116,52a	126,15a
T3	27,60a	37,58ab	74,00a	96,71a	121,76a
T4	27,87a	39,75ab	75,58a	105,40a	122,96a
T5	25,11a	32,77 b	60,68a	107,50a	118,45a
T6	27,68a	33,98ab	63,41a	91,96a	114,51a
T7	28,06a	39,80ab	90,12a	119,91a	135,22a
T8	29,12a	43,73a	81,06a	112,32a	123,41a
DMS	4,73	10,34	51,60	53,11	34,77
CV%	7,40	11,96	30,48	21,21	11,96

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna. Tratamentos com aplicação de 0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em superfície do vaso. Tratamento 1 (T1): BRS Guariba + 0 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento (T2): BRS Guariba + 20 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento (T3): BRS Guariba + 40 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento (T4): BRS Guariba + 60 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento 5 (T5): BRS Tumucumaque + 0 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento (T6): BRS Tumucumaque + 20 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento (T7): BRS Tumucumaque + 40 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento 8 (T8): BRS Tumucumaque + 60 kg ha⁻¹ P₂O₅. NS: Não Significativo; **: Significativo a 1% de probabilidade; DMS: Diferença Mínima Significativa; CV%: Coeficiente de Variação em %.

Segundo Bezerra et al. (2014) utilizando diferentes doses de fósforo remanescente de cultivo de girassol e milho em Latossolos Vermelho Amarelo com textura argilo-arenosa e textura franco-argilo-arenosa em uma cultivar de feijão-caupi, observaram que na segunda textura o comprimento do ramo principal (CP) teve um aumento em 80,9%, portanto solo com menor teor de argila influencia diretamente no comportamento vegetativo do feijão-*Vigna*.

Na Tabela 3 o diâmetro do caule ao nível do solo (DNS), na medição de 22 dias após a emergência (DAE), o tratamento com 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para o cultivo da BRS Tumucumaque (T8), diferiu das doses de 20 kg ha⁻¹ e 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para a cultivar BRS Guariba (T2 e T1 respectivamente).

O tratamento com a dose de 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para o cultivo da BRS Tumucumaque (T7) diferiu estatisticamente da dose de 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para a cultivar BRS Guariba (T1).

Aos 43 dias após a emergência (DAE), ocorreu diferença significativa na média dos tratamentos, em que a dose de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para a cultivar BRS Tumucumaque (T8) diferiu estatisticamente da dose de 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (T1) BRS Guariba e da dose de 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (T2) da mesma.

A BRS Tumucumaque na dose 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (T7) diferiu apenas da dose de 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para o cultivo da BRS Guariba não havendo diferença estatística quanto aos demais tratamentos com doses de P₂O₅ por hectare.

Tabela 3: Média dos tratamentos do Diâmetro Caule ao Nível do Solo (DNS) para as cultivares BRS Guariba e BRS Tumucumaque, medidas realizadas a cada 7 dias, aos 15, 22, 29, 36 e 43 dias após a emergência (DAE) respectivamente. IFTO, município de Araguatins – TO. (2017).

Tratamentos	DNS (mm)				
	15 DAE ^{ns}	22 DAE ^{**}	29 DAE ^{ns}	36 DAE ^{ns}	43 DAE ^{**}
T1	3,90a	4,59 c	7,29a	8,53a	9,44 bc
T2	3,57a	4,82 bc	6,88a	8,07a	8,96 c
T3	4,15a	5,69abc	7,64a	9,81a	10,75abc
T4	3,68a	5,84abc	8,03a	10,60a	11,74abc
T5	3,91a	5,46abc	8,04a	9,81a	10,72abc
T6	3,97a	5,22abc	7,68a	8,14a	9,63abc
T7	4,28a	6,10ab	9,26a	11,26a	12,68ab

T8	4,59a	6,33a	8,93a	10,76a	13,00a
DMS	1,19	1,43	2,59	3,86	3,53
CV%	12,54	10,98	13,71	16,87	13,69

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna. Tratamentos com aplicação de 0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em superfície do vaso. Tratamento 1 (T1): BRS Guariba + 0 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento (T2): BRS Guariba + 20 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento (T3): BRS Guariba + 40 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento (T4): BRS Guariba + 60 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento 5 (T5): BRS Tumucumaque + 0 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento (T6): BRS Tumucumaque + 20 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento (T7): BRS Tumucumaque + 40 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento 8 (T8): BRS Tumucumaque + 60 kg ha⁻¹ P₂O₅. NS: Não Significativo; **: Significativo a 1% de probabilidade; DMS: Diferença Mínima Significativa; CV%: Coeficiente de Variação em %.

Silva et al. (2010a) relataram em seu estudo com feijão-caupi que a dose de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, levando-se em consideração o teor de fósforo no solo, não foi suficiente para proporcionar maiores percentuais de produções, como altura, diâmetro do caule ao nível do solo, fato este observado para a BRS Guariba cultivada com a mesma dose.

Isto pode ocorrer em solos jovens e com moderada intemperização como os Vertissolos, Chernossolos e Neossolos, em que o P pode ser encontrado adsorvido as suas partículas e com o passar do tempo pode ocorrer o “envelhecimento” e ainda acontecer a penetração do fosfato nas imperfeições do mineral cristalizado, com isto, aumentando a estabilidade e impossibilitando a dessorção do fosfato e consequente retorno deste para a solução do solo e absorção pelas raízes das plantas (SANTOS; GATIBONI; KAMINSKI 2008).

Feitosa et al. (2012), em cultivo de feijão-caupi preto com diferentes doses de ureia, e dose padrão de fósforo e cloreto de potássio, observaram diferenças significativas nos parâmetros altura de planta e diâmetro do caule no período de avaliação de 45 dias, em que a média de diâmetro do caule foi de 6,20 mm. Enquanto que no presente estudo, obteve-se resultado ligeiramente superior para a BRS Tumucumaque aos 22 dias após a emergência (DAE) com média de 6,33 mm.

Segundo o estudo de Feitosa et al. (2015) utilizando como fonte de fósforo o superfosfato simples (Ca(H₂PO₄)₂.H₂O + CaSO₄.2H₂O) no cultivo do feijão-caupi, na análise do parâmetro diâmetro caulinar, obtiveram diferença significativa entre os tratamentos, alcançando 14 mm, diferindo em apenas um milímetro em relação a BRS Tumucumaque desta pesquisa.

6.2 Variáveis de produção

Não houve diferença significativa para as variáveis número de vagens secas por planta (NVP) e comprimento de vagem seca (CVS) em relação as diferentes doses de P para as cultivares BRS Guariba e BRS Tumucumaque (Tabela 4).

Na análise estatística da variável número de grãos de cinco vagens (NG5V) houve diferença significativa entre a dose 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para o cultivo da BRS Guariba (T1) em relação as doses 40 e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para a BRS Tumucumaque (T7 e T8 respectivamente). Evidencia-se com isto, que apenas o teor de P contido neste solo foi suficiente para proporcionar a produção de grãos da cultivar.

Para a variável peso de 100 grãos (PCG) ocorreu diferença estatística da dose de 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para o cultivo da BRS Tumucumaque (T7) em relação as doses da mesma cultivar, que são 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (T6) e 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (T1). Diferindo também das doses de 40, 20 e 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para a BRS Guariba (T3, T2 e T1 respectivamente).

O tratamento com 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para a BRS Tumucumaque (T8) diferiu estatisticamente de sua testemunha com 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (T1) e ainda dos tratamentos T3, T2 e T1 (40, 20 e 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅) para o cultivo da BRS Guariba.

Tabela 4: Média dos tratamentos do Número de vagens secas por planta (NVP), Comprimento de vagem seca (CVS), Número de grãos de 5 vagens (NG5V), Peso de 100 grãos (PCG) para as cultivares BRS Guariba e BRS Tumucumaque. IFTO, município de Araguatins – TO. (2017).

Tratamentos	Variáveis			
	NVP ^{ns}	CVS ^{ns}	NG5V**	PCG**
T1	2,87a	17,13a	5,00a	21,39 c
T2	4,00a	18,67a	2,82ab	21,91 c
T3	4,37a	19,19a	3,18ab	22,21 c
T4	4,12a	17,80a	2,30ab	25,74abc
T5	3,62a	17,10a	2,35ab	22,81 c
T6	4,62a	17,79a	1,69ab	23,34 bc
T7	3,87a	15,66a	1,37 b	29,78a
T8	5,37a	15,73a	1,12 b	29,13ab
DMS	2,99	5,76	3,49	6,28
CV%	30,70	13,97	59,30	10,79

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna. Tratamentos com aplicação de 0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em superfície do vaso. Tratamento 1 (T1): BRS Guariba + 0 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento (T2): BRS Guariba + 20 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento (T3): BRS Guariba + 40

kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento (T4): BRS Guariba + 60 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento 5 (T5): BRS Tumucumaque + 0 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento (T6): BRS Tumucumaque + 20 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento (T7): BRS Tumucumaque + 40 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento 8 (T8): BRS Tumucumaque + 60 kg ha⁻¹ P₂O₅. NS: Não Significativo; **: Significativo a 1% de probabilidade; DMS: Diferença Mínima Significativa; CV%: Coeficiente de Variação em %.

No estudo realizado por Silva et al. (2013) em Latossolo Vermelho Amarelo com diferentes cultivares de feijão-caupi e doses de P, ocorreu significância entre as médias dos tratamentos da BRS Guariba, BRS Tumucumaque e Sempre-Verde em que seus comprimentos variaram entre 15,50 a 20,91 cm.

Segundo Freitas et al. (2013) no cultivo da BRS Guariba com adubação de plantio de 250 kg ha⁻¹, utilizando NPK (Nitrogênio + Fósforo + Potássio, respectivamente) na formulação 6-24-12 observaram diferença significativa quanto ao NVP em comparativo aos períodos de veranicos em sistema de plantio direto.

Locatelli et al. (2014) no cultivo de três cultivares de feijão-caupi, BRS Guariba, BRS Novaera e BRS Pajeú, testando diferentes lâminas de irrigação e adubação química e dose padrão de P na avaliação do número de vagens secas por planta (NVP) observaram que houve diferença significativa entre as suas médias, em que a BRS Novaera apresentou maior NVP, média de 12 vagens por planta, seguida da BRS Pajeú, com 11, 08 e BRS Guariba com 9,5. Segundo os autores esta diferença entre as cultivares em relação a este parâmetro pode estar associado às características genéticas de cada cultivar.

Oliveira et al. (2005) avaliaram diferentes doses de P e observaram que o maior número de vagens por planta (NVP = 22), no cultivo de uma de cultivar de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris*) foi em função da dose de 257 kg ha⁻¹ de P₂O₅, em que doses maiores resultaram em decréscimo no NVP. De acordo com trabalhos relatados pelos autores, altas doses de P₂O₅ podem ocasionar toxidez em relação ao crescimento das raízes quanto à adubações localizadas, prejudicando assim, outros fatores de produção.

Na avaliação do rendimento de vagens por planta no estudo desenvolvido por Silva et al. (2014), as diferentes doses de P₂O₅ foram significativas em cultivos sucessivos do feijão-caupi. Conforme os autores esse e outros resultados com diferenças significativas para os parâmetros analisados ocorreram após o primeiro cultivo, pois neste o fósforo foi adsorvido aos coloides do solo com maior intensidade, ficando disponível nos demais cultivos.

Enquanto que Nascimento et al. (2011) avaliando as cultivares de feijão-caupi, como BRS Tracauteua, BRS Paraguaçu observaram aumento de produtividade de grãos no cultivo em Argissolo Amarelo de textura franco-arenosa, utilizando adubação de fundação com aplicação de N (20 kg ha^{-1}), P (40 kg ha^{-1} de P_2O_5) e K (30 kg ha^{-1} de P_2O_5).

No estudo de Rodrigues et al. (2010) observaram que o maior teor de fósforo na massa seca da parte área e nos grãos foi devido ao baixo teor de fósforo no solo, sendo este corrigido por meio do uso do calcário e adubação fosfatada, proporcionando melhor absorção pelas plantas em função da disponibilidade de P no solo.

Silva et al. (2013) concluíram que cultivares de caupi, como BRS Tumucumaque, BRS Guariba, BRS-Cauamé e Paulistinha diferiram estatisticamente quanto à produção de grãos verdes na cidade de Serra Talhada no Estado de Pernambuco, com média dos tratamentos de $1.353,23 \text{ kg ha}^{-1}$. Já Miranda et al. (2004) na cidade de Araripina, também no mesmo estado, conseguiram médias de produção dos tratamentos de 1.282 kg ha^{-1} no cultivo com diferentes cultivares de feijão-*Vigna*.

No estudo desenvolvido por Freitas et al. (2013) analisaram no cultivo da BRS Guariba diversas variáveis, entre elas o peso de cem grãos foi o único parâmetro que não foi significativo em relação. Martins et al. (2013) observaram que o maior rendimento de grãos foi no plantio da BR 17 Gurguéia 784 kg ha^{-1} .

6.3 Variáveis fitotécnicas

Na análise da variável massa fresca da raiz (MFR) não houve diferença significativa entre os tratamentos da BRS Guariba e BRS Tumucumaque. Mas, para a variável massa seca da raiz (MSR) foi observado diferença significativa das doses de 40 e 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 para o cultivo da BRS Tumucumaque (T7 e T8 respectivamente) em relação à dose de 20 kg ha^{-1} de P_2O_5 (T6) (Figura 2).

As doses 40 e 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 para a BRS Tumucumaque também diferiu estatisticamente das doses de 0, 20 e 40 kg ha^{-1} de P_2O_5 para o cultivo da BRS Guariba (T1, T2 e T3 respectivamente).

Na análise da massa seca da parte aérea (MSPA) utilizando doses de P, Silva et al. (2010b) puderam concluir que as doses 72 e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ ocasionaram resultados estatisticamente iguais, com isto, sugeriram que doses maiores de dose P em solos arenosos e com baixa disponibilidade do nutriente podem ser os mais adequados para o desenvolvimento do feijão-caupi.

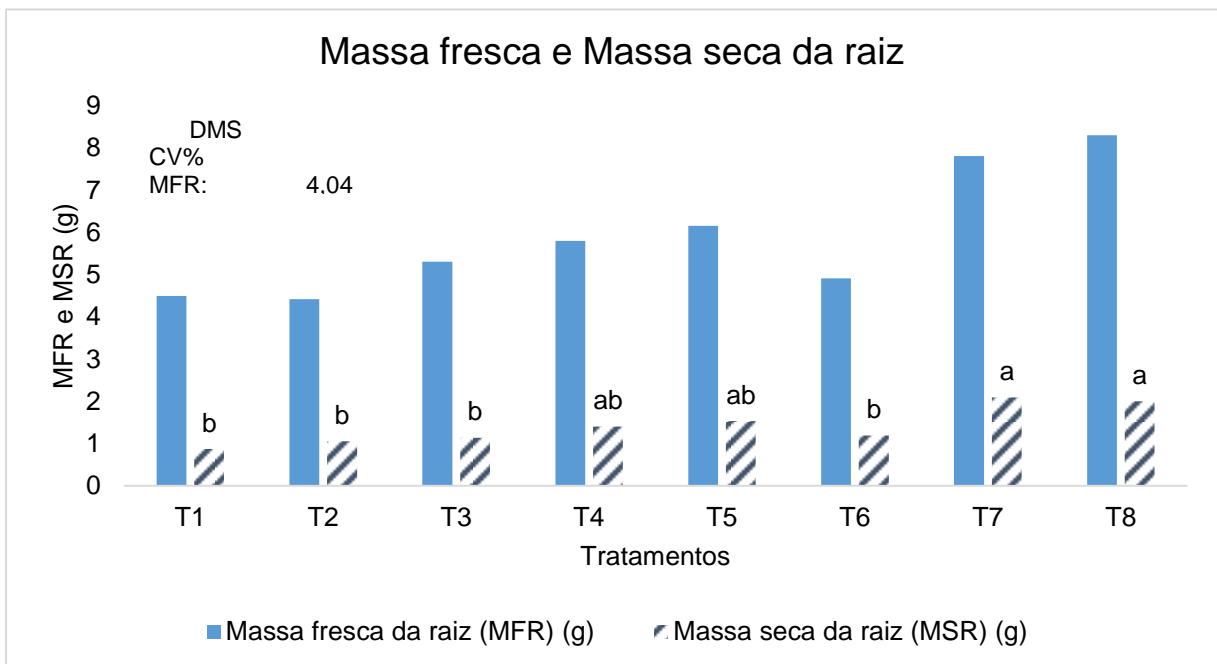


Figura 2: Massa fresca e Massa seca da raiz. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Tratamentos com aplicação de 0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em superfície do vaso. Tratamento 1 (T1): BRS Guariba + 0 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento (T2): BRS Guariba + 20 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento (T3): BRS Guariba + 40 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento (T4): BRS Guariba + 60 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento 5 (T5): BRS Tumucumaque + 0 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento (T6): BRS Tumucumaque + 20 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento (T7): BRS Tumucumaque + 40 kg ha⁻¹ P₂O₅; Tratamento 8 (T8): BRS Tumucumaque + 60 kg ha⁻¹ P₂O₅. NS: Não Significativo; **: Significativo a 1% de probabilidade; DMS: Diferença Mínima Significativa; CV%: Coeficiente de Variação em %.

Segundo o estudo de Silva et al. (2010b) avaliando a massa da seca da raiz (MSR) observaram resultados significativos com as doses de 61 e 64 kg ha⁻¹ de P₂O₅. O P é exigido em maior quantidade nas etapas iniciais da cultura, com isto, o nutriente disponível favoreceu o crescimento das raízes. No presente estudo com o uso de doses menores entre 40 e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ foi possível obter resultados superiores para a BRS Tumucumaque.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As doses de P 40 e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ apresentaram maior desempenho estatístico para a BRS Tumucumaque em relação as variáveis: comprimento do ramo principal, diâmetro do caule ao nível do solo, peso de 100 grãos e massa seca da raiz.

A dose 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ mostrou-se estatisticamente significativa para o número de grãos de cinco vagens para a BRS Guariba, com isto, o teor de P no solo conseguiu suprir a necessidade da cultivar em relação à esta variável.

8. REFERÊNCIAS

- ANDRADE JÚNIOR, S. A. et al. **Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*)**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 108 p. (Embrapa Meio-Norte. Sistema de Produção, 2). 21 cm.
- BARRETO, C. G. **Avaliação de técnica alternativa para contenção da erosão: estudo de caso da bacia do Rio Taquari, Araguatins – TO**. 2014. 65 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Palmas, Palmas. 2014.
- BA, F. S.; PASQUET, R. S.; GEPTS, P. Genetic diversity in cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] as revealed by RAPD markers. **Journal Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 51, p. 539–550. 2004.
- BENVINDO, R. M. **Avaliação de genótipos de feijão-caupi de porte semi-prostrado em cultivo de sequeiro e irrigado**. 2007. 65f. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Piauí. 2007.
- BEZERRA, M. A. F. et al. Cultivo de feijão-caupi em latossolos sob o efeito residual da adubação fosfatada. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 1, p. 109 – 115, jan. – mar. 2014.
- BEZERRA, A. A. C. et al. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v. 8, n. 1, 2008.
- BROGGI, F. et al. Fator capacidade de fósforo em solos de Pernambuco mineralogicamente diferentes e influência do pH na capacidade máxima de adsorção. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 77-83, jan/fev. 2011.
- CAMPOS, J. H. B. C.; SILVA, M. T.; SILVA, V. P. R. Impacto do aquecimento global no cultivo do feijão-caupi, no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.4, p. 396–404, 2010.
- CÂMARA, J. A. S.; FREIRE FILHO, F. R. **Cultivo do feijão-caupi**. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 2001. 32p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos: 57).
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. Safra 2016/2017 – Décimo levantamento, v. 4, n. 10. Julho/2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_07_12_11_17_01_boletim_graos_julho_2017.pdf>. Acesso em: 05 ago 2017.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra de grãos: Tocantins**. Sexto levantamento da safra de grãos. Fevereiro/2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_03_13_15_23_35_boletim_

6o_levantamento_da_safra_de_graos_2016-2017_-_tocantins.pdf>. Acesso em: 01 ago 2017.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. Safra 2016/2017 – Décimo primeiro levantamento, v. 4, n. 11. Agosto/2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_08_10_11_27_12_boletim_graos_agosto_2017.pdf>. Acesso em: 13 ago 2017.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Conjuntura agropecuária do feijão**. Junho/2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_07_09_16_20_14_conjuntura_agropecuaria_do_feijao_-_junho_2015.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2017.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Indicadores da agropecuária**. Observatório Agrícola, ano XXVI, n. 07 julho 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_07_27_15_59_50_edicao_julho_2017_-_versao_final_internet.pdf>. Acesso em: 05 ago 2017b.

CORREIA, J. R.; REATTO, A.; SPERA, S. T. Solos e suas relações com o uso e manejo. In: SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E., (Ed). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 29-58. ISBN 85-7075-230-4.

COUTINHO, P. R. et al. Doses de fósforo na cultura do feijão-caupi na região nordeste do estado do Pará. **Revista Agro@mbiental On-line**, v. 8, n. 1, p. 66-73, jan-abril. 2014

COSTA, P. F. et al. Divergência genética em feijão-caupi em três regiões do estado do Tocantins a partir de características agrônômica. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2013, 3., 2013, Recife. **Anais...**

CUNHA, G. O. M.; ALMEIDA, J. A.; BARBOZA, B. B. Relação entre o alumínio extraível com KCL e oxalato de amônio e a mineralogia da fração argila, em solos ácidos brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 38: 1387-1401. 2014.

CLIMATE-DATA.ORG. Disponível em: <<https://pt.climate data.org/location/29556/>>. Acesso em: 20 jul. 2017.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **BRS Guariba: nova cultivar de feijão-caupi para o estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2008.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **BRS Tumucumaque: cultivar de feijão-caupi com ampla adaptação e rica em ferro e zinco**. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 2009.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 2ed. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa-SPI, 2006. 306 p.

EMPARN – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE. **Feijão-macassar: do plantio a colheita**. Natal: EMPAR, 2010. 28p. (Circuito de tecnologias adaptadas para a agricultura familiar. 7).

FERNADES, A. R.; FONSECA, M. R.; BRAZ, A. M. S. Produtividade de feijão-caupi em função da calagem e fósforo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 4, p. 54 – 62, out.- dez. 2013.

FEITOSA, E. O. et al. Crescimento inicial do feijão de corda preto sob diferentes doses de adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 6, n. 4, p. 271-282. 2012.

FEITOSA, S. O. et al. Crescimento do feijão caupi irrigado com diferentes concentrações efluente tratado e água salina. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 146-155. 2015.

FREITAS, R. M. O. et al. Produção de feijão-caupi sob efeito de veranico nos sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 3583-3690. 2013.

FREIRE FILHO, F. R. et al. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84p. 27cm.

FREIRE FILHO, F.R. et al. **Melhoramento genético de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) na região do Nordeste**. Embrapa Semi-Árido. Workshop, 1998.

FROTA, K. M. G. et al. Utilização da farinha de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) na elaboração de produtos de panificação. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, p. 44-50, 2010.

GOMES, G. M. S.; REIS, R. C.; SILVA, C. A. D. T. Obtenção de farinha de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 31-36. 2012.

GONÇALVES, J. R. P. et al. **BRS Guariba – Nova cultivar de feijão-caupi para o estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa. 2009. 4 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado Técnico, 76).

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. **Ecologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2.ed., 2009. 592 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de pedologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 2.ed. 293 p. (Manuais Técnicos em Geociências, 4).

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em: <<http://sisdagro.inmet.gov.br:8080/sisdagro/app/monitoramento/bhc>>. Acesso em: 20 jul 2017.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Guanabara Koogan. 2004. 453 p.

LANDIM, L. A. S. R. et al. Composição química do biscoito à base de farinha de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) biofortificado. In: III Congresso Nacional de Feijão-Caupi, Recife, 22 a 24 de abril. 2013.

LIRA, M. A. et al. **Feijão macassar: do plantio a colheita**. Natal: EMPARN, 2010. 28 p. (Circuito de tecnologias adaptadas para a agricultura familiar, 7).

LOCATELLI, V. E. R. et al. Componentes de produção, produtividade e eficiência da irrigação do feijão-caupi no cerrado de Roraima. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 6, p. 574-580. 2014.

MARTINS, R. N. L. et al. Nitrogênio e micronutrientes na produção de grãos de feijão-caupi inoculado. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n. 4, p. 1577-1586, jul.- ago. 2013.

MATOSO, A. O. **Épocas de semeadura e populações de plantas para cultivares de feijão-caupi no outono-inverno em Botucatu-SP**. 2014. 134f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu, São Paulo. 2014.

MOREIRA, P. X. et al. Estrutura e composição química do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). BRITO, E. S., (Ed.). **Feijão-caupi**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. p. 13-22. ISBN 978-85-89946-08-7.

MIRANDA, P. et al. Avaliação de cultivares de *Vigna unguiculata* (L.) Walp., tipos ereto e semi ereto em diferentes ambientes agroecológicos de Pernambuco. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 1, p. 127-132, 2004.

NASCIMENTO, S. P. et al. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 8, p. 853-860. 2011.

NETO, E. B.; BARRETO, L. P.; COELHO, J. B. M. Considerações sobre nutrição mineral e o caso do feijão Vigna. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, p. 85-120. 2015.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, et al. Ed(s). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Classificação de Solos, 2007. p. 471-537. ISBN 978-85-86504-08-2.

OLIVEIRA, M. V. M. et al. Evolução dos aspectos produtivos do feijão-caupi no estado do Maranhão nos anos de 1990 a 2010. In: Congresso Nacional de Feijão-Caupi, 2013, 3., 2013, Recife. **Anais...**

OLIVEIRA, A. P. et al. Resposta do feijão-vagem a P_2O_5 em solo arenoso com baixo teor de fósforo. **Revista de Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, jan-mar. 2005.

OLIVEIRA, I. J. et al. **BRS Tumucumaque – Cultivar de feijão-caupi com valor nutritivo para o Amazonas**. Manaus: Embrapa. 2014. 4p. (Comunicado Técnico, 106).

PARRY, M. M.; KATO, M. S. A.; CARVALHO. Macronutrientes em caupi cultivado sob duas doses de fósforo em diferentes épocas de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 3, p. 236-242. 2008.

PEREIRA JÚNIOR, E. B. Adubação nitrogenada e fosfatada na cultura do feijão-caupi irrigado no município de Sousa – PB. **Revista Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 08, n. 01, p. 110-121, jan.- abr. 2015.

PIENAAR, B. J.; WYK, A. E. T. The *Vigna unguiculata* complex (Fabaceae) in souther África. **South African Journal of Botany**, v. 58, n. 6, p. 414-429. 1992.

RODRIGUES, M. F. et al. Teor de acúmulo de nutrientes por plantas de feijão caupi em função do fósforo e da saturação por bases. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 53, n. 2, p. 195-205, jul.- dez. 2010.

SANTOS, D. R.; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Revista Ciência Rural**, v.38, n. 2, mar.- abr. 2008.

SEAB – SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Feijão: análise da conjuntura agropecuária**. Dezembro/2016. Disponível em:< http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Feijao_2016_17.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2017.

SILVA, A. J. et al. Resposta do feijão-caupi à doses e formas de aplicação de fósforo em Latossolo Amarelo no estado e Roraima. **Revista Acta Amazonica**, v. 40, n. 1, p. 31-36. 2010a.

SILVA, E. F. et al. Avaliação de cultivares de feijão-caupi irrigado para produção de grãos verdes em Serra Talhada – PE. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 1, p. 21-26, jan.-mar., 2013.

SILVA, E. F. L. et al. Fixação biológica do N_2 em feijão-caupi sob diferentes doses e fontes de fósforo solúvel. **Revista Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n.3, p. 394-402, may-june. 2010b.

SILVA, J. A. et al. Efeito residual da adubação fosfatada em três cultivos sucessivos com feijão-caupi. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 4, p. 31-39, out.- dez. 2014.

SILVA, S. M S.et al. **Composição química de 45 genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. Embrapa: Teresina. (Circular Técnica, 149). 2002.

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

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

SOUTO, J. S. et al. Efeito da aplicação de fósforo do desenvolvimento de plantas de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L) Millsp). **Revista Verde e Desenvolvimento Sustentável**, v.4, n.1, p. 135-140, jan. – mar. 2009.

TRINDADE, E. F. S. et al. Disponibilidade de fósforo em solos manejados com e sem queima no nordeste paranaense. **Revista Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 6. n. 12, jan/jun. 2011.

VIEIRA, E. L. et al. **Manual de fisiologia vegetal**. São Luís: Edufma. 2010. 230 p.

VILARINHO, A. A. **BRS Guariba – cultivar de feijão-caupi de alto desempenho em Roraima**. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/Guariba/index.htm>. Acesso em: 24 jul. 2017.