



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS**

CAMPUS ARAGUATINS

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

LAERCIO BANDEIRA DOS SANTOS

**CULTIVO DE FEIJÃO-CAUPI SUBMETIDO A DOSES CRESCENTES DE
FÓSFORO EM SOLO ARENOSO COM E SEM CALAGEM**

**Araguatins - TO
2018**

LAERCIO BANDEIRA DOS SANTOS

**CULTIVO DE FEIJÃO-CAUPI SUBMETIDO A DOSES CRESCENTES DE
FÓSFORO EM SOLO ARENOSO COM E SEM CALAGEM**

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

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite

**Araguatins – TO
2018**

Santos, Laercio Bandeira dos
Cultivo de feijão-caupi submetido a doses crescentes de
fósforo em solo arenoso com e sem calagem / Laercio Bandeira
dos Santos. – Araguatins, 2018
33 f.

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

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite

1. *Vigna unguiculata*. 2. Adubação. 3. Correção do solo. I. Título

A minha família: meus pais Lázaro Gomes e Naiza
Bandeira, minha esposa Helenilza de Jesus, meu filho
Luiz Emanuel Moura, meus irmãos Laize Bandeira e
Lailson Bandeira e a minha sogra Helena de Jesus (*in
memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço, a Deus por ter me dado força e coragem em todos os momentos durante este curso.

A todos meus familiares que sempre me apoiaram, em especial meus pais Lázaro Gomes e Naiza Bandeira, aos meus irmãos Laize Bandeira e Lailson Bandeira e a minha querida esposa Helenilza de Jesus.

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos dessa etapa da minha vida, em especial os “cientistas”, Antonio Melquides, Mariana Oliveira, Samuel Bezerra e Zilma dos Santos.

A todos meus professores e funcionários da instituição, em especial meu professor orientador Raimundo Laerton de Lima Leite, que não mediu esforços para a realização deste trabalho.

RESUMO

O fósforo após a calagem, é o nutriente que mais limita a produtividade do feijoeiro em solos brasileiros. Os efeitos da interação calagem e adubação fosfatada são comumente observados em diversas culturas, entretanto, são escassos os estudos com a cultura do feijão-caupi, principalmente, na região do Cerrado. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de doses crescentes de fósforo sobre o desempenho produtivo de feijão-caupi cultivado em solo arenoso com e sem calagem. Para tanto, foi realizada uma pesquisa experimental, em condição de campo, sob regime de sequeiro, localizada no povoado Santa Tereza, município de Araguatins – TO. O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados, constituídos de 10 tratamentos em esquema fatorial 5x2, com quatro repetições. Apresentando no total 40 parcelas, cada uma com área de 10 m². Onde os tratamentos foram constituídos de 5 doses de fósforo (0, 30, 60, 90, 120 kg ha⁻¹) distribuídas em solo arenoso com e sem calagem. Utilizou-se a cultivar de feijão-caupi manteiguinha, a qual apresenta hábito de crescimento indeterminado e porte semiprostrado. O espaçamento utilizado constituiu-se de 0,5 m entre linhas e 0,2 m entre plantas, deixando 5 plantas por metro linear. As variáveis produtivas avaliadas foram, número de vagens/planta, comprimento de vagem, número de grãos/vagem, massa de grãos/planta, massa de 100 grãos e produtividade de grãos. E após o cultivo foram avaliados os atributos químicos do solo, potencial de hidrogênio (pH), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e saturação por base (SB). As análises estatísticas consistiram da realização de análise de variância e teste de tukey a 5% de probabilidade. A interação entre calagem e doses de fósforo teve influência apenas sobre a variável comprimento de vagem. As demais variáveis produtivas não tiveram nenhuma resposta significativa aos tratamentos utilizados. A calagem proporcionou melhorias nos atributos químicos pH, cálcio e porcentagem de saturação por base.

Palavras-chave: 1. *Vigna unguiculata* 2. Adubação 3. Correção do solo.

ABSTRACT

Phosphorus after liming is the nutrient that most limits bean productivity in Brazilian soils. The effects of liming interaction and phosphate fertilization are commonly observed in several crops, however, there are few studies with cowpea, mainly in the cerrado region. The objective of this work was to evaluate the effect of increasing doses of phosphorus on the productive performance of cowpea cultivated in sandy soil with and without liming. For this, an experimental research was carried out, under field condition, under rainfed regime, located in the village of Santa Tereza, municipality of Araguatins - TO. The experimental design was a randomized complete block design, consisting of 10 treatments in a 5x2 factorial scheme, with four replications. Featuring a total of 40 plots, each with an area of 10 m². The treatments were composed of 5 doses of phosphorus (0, 30, 60, 90, 120 kg ha⁻¹) distributed in sandy soil with and without liming. The cowpea bean cultivar called manteiguinha was used, which has a habit of indeterminate growth and semiprostrado. The spacing used consisted of 0.5 m between rows and 0.2 m between plants, leaving 5 plants per linear meter. The productive variables evaluated were: number of pods / plant, pod length, number of grains / pod, grain / plant mass, 100 grain mass and grain yield. The soil chemical attributes, hydrogen (pH), phosphorus (P), calcium (Ca), magnesium (Mg) and saturation by base (SB) were evaluated after the cultivation. Statistical analysis consisted of analysis of variance and test of tukey at 5% of probability. The interaction between liming and phosphorus doses influenced only the variable length of pod. Since the other productive variables had no significant response to the treatments used. The liming provided improvements in the chemical attributes pH, calcium and percentage of saturation per base.

Keywords: 1. *Vigna unguiculata*. 2. Fertilization. 3. Soil correction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dados de precipitação pluviométrica e temperatura média durante três períodos da condução do experimento, 1° da calagem ao plantio, 2° do plantio a frutificação, 3° da frutificação a amostragem de solo pós-colheita do feijão-caupi. .. 20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características químicas e físicas do solo antes da implantação do experimento, na profundidade de 0-20 cm.	21
Tabela 2 - Resumo das análises de variância, coeficiente de variação (CV) e média geral do número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagem (CPV), número de grãos por vagem (NGV), massa de grãos por planta (MGP), massa de cem grãos (MCG) e produtividade (PRO) de feijão-caupi submetido a doses crescentes de fósforo em solo arenoso com e sem calagem.	26
Tabela 3 - Análise do desdobramento das diferentes doses de fósforo dentro de cada nível de calagem e desdobramento do nível de calagem dentro de cada dose fósforo para a variável comprimento de vagem (CPV).	26
Tabela 4 - Resumo das análises de variância e coeficiente de variação do potencial de hidrogênio (pH), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e saturação por base (V%) do solo após cultivo de feijão-caupi submetido a crescentes doses de fósforo em solo arenoso com e sem calagem.	27
Tabela 5 - Atributos químicos do solo, potencial de hidrogênio (pH), cálcio (Ca) e saturação de bases (V%) após o cultivo de feijão-caupi submetido a crescentes doses de fósforo em solo arenoso com e sem calagem.	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 Feijão-caupi	11
2.1.1 Histórico e classificação botânica	11
2.1.2 Importância socioeconômica	11
2.1.3 Características agronômicas	12
2.1.4 Exigências edafoclimáticas	13
2.1.5 Solo e adubação	14
2.1.6 Plantio	15
2.1.7 Colheita e beneficiamento	16
2.2. Adubação fosfatada	16
2.3 Correção da acidez do solo.....	18
3 MATERIAL E METODOS	20
3.1 Caracterização da área experimental	20
3.2 Delineamento experimental.....	21
3.3 Condução do experimento	22
3.4 Variáveis analisadas.....	23
3.5 Análises estatística.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é uma das culturas mais importantes do Norte e Nordeste do Brasil, devido ser fonte de alimento, emprego e renda para os pequenos agricultores dessas regiões (FREIRE FILHO et al., 2005). Seu destaque é justificado por ser componente básico na alimentação, fornecendo nutrientes à dieta humana, tais como aminoácidos essenciais, proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais. Além de ser uma cultura tolerante as condições adversas do ambiente, conseguindo produzir em locais com déficit hídrico e solos de baixa fertilidade.

Entretanto, o feijoeiro é bastante expressivo em relação aos manejos nutricionais do solo, em destaque às práticas de calagem e adubação, responsáveis por aumentos significativos na produtividade. O fósforo é o nutriente que mais limita a produtividade do feijoeiro em solos brasileiros, devido está presente em vários processos fisiológicos e bioquímicos da planta, com isso, contribuindo no aumento da produção de matéria seca da parte aérea, número de vagens por planta, massa dos grãos e produtividade da cultura do feijão-caupi (ZUCARELI et al., 2011).

Já em relação a correção da acidez do solo, observa-se como uma das práticas mais eficientes para aumentar a produção agrícola em solos ácidos do Cerrado. Isto pode ser observado em trabalho realizado por Fernandes, Fonseca e Braz (2013) na Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, com objetivo de avaliar o efeito de doses de fósforo e da calagem, sobre a produtividade de feijão-caupi em Latossolo Amarelo distrófico. Os autores, observaram que o nível mais elevado de saturação por base testado, foi o que proporcionou maior incremento na produtividade da cultura e ainda promoveu a elevação da capacidade de troca catiônica e aumento da disponibilidade de fósforo no solo trabalhado.

Os efeitos da interação calagem e adubação fosfatada são comumente observados em diversas culturas, entretanto, são escassos os estudos com a cultura do feijão-caupi, principalmente, na região do Cerrado. (FONSECA, 2008).

Partindo dessas premissas, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses crescentes de fósforo sobre o desempenho produtivo de feijão-caupi cultivado em solo arenoso com e sem calagem.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Feijão-caupi

2.1.1 Histórico e classificação botânica

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma cultura de origem africana, bastante cultivada nas regiões tropicais dos continentes africano, asiático e americano. Foi introduzida no Brasil na segunda metade do século XVI pelos colonizadores portugueses no estado da Bahia. A partir da Bahia, o feijão-caupi foi disseminado por todo o país, com maior intensidade de cultivo nos estados do Norte e Nordeste (ALMEIDA, 2013).

A classificação botânica aceita para feijão-caupi é que seja uma planta dicotiledônea, que pertence à ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolinae, gênero *Vigna*, espécie *Vigna Unguiculata* (L.) Walp (FREIRE FILHO, 2011).

O feijão-caupi tem vários nomes populares. Alguns desses nomes mais usados são: feijão-macáçar e feijão-de-corda, na região Nordeste; feijão-de-praia, feijão-da-colônia e feijão-de-estrada, na região Norte; feijão-miúdo, na região Sul; feijão-gurutuba e feijão-fraudinha na região Sudeste (FREIRE FILHO; LIMA e RIBEIRO, 2005).

2.1.2 Importância socioeconômica

Desde sua implantação no Brasil, a cultura tem sido explorada em pequena escala. Contudo, nos últimos anos vem despertando o interesse de produtores que praticam agricultura empresarial. Diante disto, a cultura passou a fazer parte de sistemas de produção de maior expressão na economia regional, destacando-se o cultivo na região dos cerrados, em sequeiro e, em pivô-central, onde a lavoura é totalmente mecanizada (FREIRE FILHO et al., 2005).

O cultivo de feijão-caupi ocorre em três safras durante o ano em alguns estados brasileiros. No entanto, no ano agrícola 2017/18 a nível de Brasil a segunda safra foi a que apresentou maior área plantada, com um total de 1,02 milhões de ha

cultivados, com produtividade média de 557 kg ha⁻¹. Assim como, no estado do Tocantins que apresentou maior área plantada também na segunda safra, com 20 mil ha cultivados, apresentando produtividade média 1203 kg ha⁻¹ (CONAB, 2018).

Estima-se que 30% do feijão produzido no território brasileiro seja do feijão-caupi e 70% do feijão comum. Contudo, esses dados não descrevem a realidade dos estados das regiões Nordeste e Norte, cuja produção é quase que exclusiva de feijão-caupi (COUTINHO et al., 2014).

Nas Regiões Norte e Nordeste, o feijão-caupi compõe uma das principais alternativas sociais e econômicas de suprimento alimentar e geração de emprego, pelo alto valor nutritivo e baixo custo de produção. É amplamente cultivado pelos pequenos produtores, constituindo um dos principais componentes da dieta alimentar dos mesmos (OLIVEIRA et al., 2011).

2.1.3 Características agronômicas

O feijão-caupi é uma leguminosa, da família fabaceae, os quais necessitam de cultivares adequadas para colheita mecanizada e com maturação uniforme. Comparada a outras culturas o feijão-caupi, tem seu potencial genético pouco explorado, entretanto, já foram obtidas, em condições experimentais, produtividade de grãos secos acima de 3.000 kg ha⁻¹, com expectativa que seu potencial genético ultrapasse os 6.000 kg ha⁻¹ (COSTA et al., 2013)

De acordo com Freire Filho, Lima e Ribeiro (2005), a arquitetura da planta do feijão-caupi pode apresentar diferentes portes. No entanto, ocorre quatro tipos principais de portes de planta (ereto, semi-ereto, semiprostado e prostado), havendo uma ampla variação dentro de cada tipo, as quais ainda não foram estudadas e caracterizadas adequadamente.

Em relação aos grãos existe uma ampla variedade de cores, distribuídas em quatro classes: classe branca, classe preto, classe cores e classe misturado, com destaque em cultivo são as classes branca e cores. A classe cores é a mais numerosa porque reúne um grande número de subclasses. Em valor comercial, as mais importantes são as subclasses sempre-verde e brancão (FREIRE FILHO; LIMA e RIBEIRO, 2005).

As flores do feijão-caupi agrupam-se em uma inflorescência formada a partir de um eixo central, que consiste em um racemo modificado, com seis a oito

pares de gemas florais. As flores são perfeitas, zigomorfas e estão distribuídas aos pares no racemo, na extremidade do pedúnculo, o qual se desenvolve a partir da axila da folha (FREIRE FILHO; LIMA e RIBEIRO, 2005). O feijão-caupi apresenta morfologia floral bastante evoluída, pois, embora sendo uma planta autopolinizadora, mantém a capacidade para realizar a polinização cruzada.

Os fatores que mais influenciam a queda de flores e o vingamento de vagens em feijão-caupi, com consequente redução na produtividade, são: temperatura máxima muito elevada, temperatura mínima muito baixa, estresse hídrico, baixa umidade relativa do ar, nutrição mineral inadequada e insetos (FREIRE FILHO; LIMA e RIBEIRO, 2005).

Segundo Freire Filho, Lima e Ribeiro (2005), o ciclo do feijão-caupi em condições tropicais apresenta a seguinte classificação: ciclo superprecoce, precoce, médio, médio-precoce, médio-tardio e ciclo tardio. No entanto, devido aos períodos chuvosos irregulares, principalmente na região nordeste, as cultivares de ciclos superprecoce, precoce e médio precoce vêm ganhado espaço nas lavouras de feijão-caupi.

2.1.4 Exigências edafoclimáticas

O clima está diretamente relacionado com o sucesso das principais culturas agrícolas. O feijão-caupi uma das culturas mais adaptadas aos diferentes ambientes presentes nas regiões brasileiras. Graças a isso, seu cultivo está presente do sul ao norte do Brasil. Mesmo assim, necessita de condições ambientais ótimas para expressar todo seu potencial produtivo. De acordo com Freire Filho, Lima e Ribeiro (2005), os elementos climáticos como radiação solar, luminosidade, temperatura, vento e água são preponderantes para bom crescimento e desenvolvimento do feijão-caupi.

Por ser uma planta C₃, o feijão satura-se fotossinteticamente a intensidades de luz relativamente baixas, assim sendo menos exigentes em luminosidade do que as plantas C₄. O bom desenvolvimento da cultura ocorre na faixa de temperatura de 18 a 34 °C. Em relação a necessidade de água, exige um mínimo de 300 mm de precipitação para que produza a contento (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002).

No Brasil, não tem limitações térmicas ao crescimento e ao desenvolvimento do feijão-caupi, à exceção das estações de outono e inverno da

região Sul. Em condições de sequeiro, a principal causa da variação da produtividade de grãos está associada à disponibilidade hídrica para a cultura. Essa representada pelo número de dias de chuva e tem efeito diferenciado, a depender principalmente do tipo de solo, do número de plantas por área e da radiação solar (FREIRE FILHO; LIMA e RIBEIRO, 2005).

2.1.5 Solo e adubação

Essa leguminosa pode ser cultivada em quase todos os tipos de solo. De um modo geral, desenvolve-se em solos com bom teor de matéria orgânica, soltos, leves e profundos, arejados e dotados de média a alta fertilidade. Todavia, o feijão-caupi se desenvolve bem em outros tipos de solos, como Latossolos e Neossolos Quartzarênico de baixa fertilidade, com uso de fertilizantes químicos ou orgânicos (FREIRE FILHO; LIMA e RIBEIRO, 2005).

Os nutrientes carbono, hidrogênio e oxigênio, são essenciais as plantas e estão presentes na atmosfera. Mas além destes, existe os macros e micronutrientes presentes no solo, que são fundamentais para que as plantas completem seu ciclo. Os macronutrientes, como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, são necessários às plantas em grandes quantidades. Já os micronutrientes, como cobre, zinco, boro, molibdênio e ferro, são necessários em menor quantidade. Todos os nutrientes são igualmente essenciais as plantas, onde a falta de um deles pode provocar distúrbios no seu metabolismo (FERNANDES, 2006).

O nitrogênio é altamente móvel no solo e na planta. Sendo que, o feijão-caupi absorve, para seu completo desenvolvimento, uma quantidade superior a 100 kg de N ha⁻¹. Devido ser uma planta com boa capacidade simbiótica e eficiente sistema de fixação biológica de nitrogênio, o caupi dispensa a adubação nitrogenada. Entretanto, cultivos desenvolvidos em áreas recém-desmatadas, arenosas ou com teor de matéria orgânica menor que 10 g kg⁻¹, comumente apresentam deficiência de nitrogênio. Nessas condições, recomenda-se a aplicação de 20 kg de N ha⁻¹, em cobertura, aos 15 dias após a fase de emergência das plantas (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002).

Em relação ao potássio, a cultura é explorada comercialmente em solos com baixos teores desse nutriente. O valor considerado crítico para o bom desenvolvimento do feijão-caupi, está abaixo de 50 mg kg⁻¹ de K₂O. Embora,

apresente altas concentrações no tecido das plantas a adubação potássica em feijão-caupi, não tem refletido no aumento da produção de grãos. Considerando as condições do solo, normalmente são recomendadas, quantidades que variam na faixa de 20 a 40 kg de K_2O ha⁻¹ (MELO et al., 2013).

As deficiências de cálcio e magnésio, frequentemente, são corrigidas com aplicação de corretivos no solo, de preferência calcário dolomítico, visando manter a saturação de bases acima de 50%. Recomenda-se que corretivos apresentem uma relação cálcio-magnésio na proporção 4/1, para que possa suprir as exigências da cultura (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002).

Já em relação aos micronutrientes, são pequenas as quantidades exigidas pela planta do feijão-caupi. Geralmente, as reservas dos solos são capazes de atender às necessidades das plantas. Os micronutrientes molibdênio e zinco, exercem grande influência na nodulação simbiótica e na fixação biológica do nitrogênio pelas leguminosas. As deficiências desses nutrientes ocorrem normalmente em solos ácidos e arenosos. Vinte gramas de molibdênio são suficientes para tratar sementes necessárias ao plantio de 1 ha. Quanto ao zinco as deficiências podem ser corrigidas com aplicação, em estabelecimento, na razão de 3 kg ha⁻¹ (FREIRE FILHO; LIMA e RIBEIRO, 2005).

2.1.6 Plantio

A semeadura de forma geral, é determinada pela temperatura e a distribuição das chuvas, de maneira a satisfazer as exigências mínimas da cultura em relação aos fatores essenciais. Assim, conhecendo as características climáticas da região, aliadas aos períodos críticos da cultura, pode-se planejar efetivamente sua implantação (FREIRE FILHO; LIMA e RIBEIRO, 2005).

Para o feijão-caupi pode-se encontrar os mais diferentes métodos de plantio, desde do mais rudimentar até a motomecanização com semeadouras-adubadeiras. No entanto, o plantio manual é o mais utilizado em pequenas propriedades, onde são utilizadas enxada ou semeadoura manual. Já o plantio motomecanizado é implantado por grandes produtores da cultura, que utilizam alto nível tecnológico e mão de obra qualificada (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002).

Entre as causas da baixa produtividade de grãos do feijão-caupi nas regiões produtoras, encontra-se o excesso ou a escassez do número de plantas por

área. Fato este, observado na maioria das pequenas propriedades produtoras das regiões Norte e Nordeste. O ideal seria semear o número de plantas capaz de explorar de maneira mais eficiente e completa uma determinada área do solo, atendendo as condições do solo, clima, cultivar e tratos culturais adotados (NEVES et al., 2011).

O número de plantas por área depende do espaçamento entre linhas de plantio e da densidade de plantas na linha. O espaçamento de 0,80 a 1,00 m entre linhas em cultivares de porte ramador é bastante utilizado. Para as cultivares de porte ereto e semi-ereto, o espaçamento mais indicado é de 0,50 a 0,60 m. Geralmente, a densidade de sementes na linha de plantio é de cinco a oito sementes por metro (FREIRE FILHO; LIMA e RIBEIRO, 2005, p.132).

2.1.7 Colheita e beneficiamento

O feijão-caupi pode ser colhido manual ou mecanicamente. A colheita é feita, quando 90% das vagens apresentam coloração palha e os grãos apresentam umidade entre 18 e 20%. Em seguida, deve-se realizar a secagem até os grãos atingirem a umidade de 13 %. Após a secagem, os grãos podem ser armazenados por extenso período em silos metálicos, tambores, tubos de zinco, latas e garrafas, hermeticamente fechados para eliminar o oxigênio e impedir o desenvolvimento de insetos e fungo (CHAGAS; LIMA e HOLANDA, 2010).

2.2. Adubação fosfatada

O fósforo é elemento essencial para todos os seres vivos. No corpo humano é o segundo nutriente mineral mais abundante. Sendo maior parte desse nutriente extraído das plantas, principalmente dos grãos. A quantidade de fósforo exigida pelas principais culturas agrícolas é elevada. O fósforo é fortemente ligado aos processos metabólicos da planta, ele é móvel nos tecidos da planta e fica concentrado nas áreas mais ativas de crescimento. Como resultado, maior parte do fósforo absorvido pela planta é transferido e armazenado no fruto e no grão. Portanto, este elemento é primordial para alcançar altas produtividades (SULEWSKI e STAUFFER, 2004).

O fósforo é um dos nutrientes que merece mais atenção na agricultura, principalmente nos solos de Cerrado, onde a disponibilidade desse nutriente é muito baixa em condições naturais. Desse modo a adubação fosfatada, é prática

indispensável nesse bioma. Devido isso, são grandes as quantidades de fósforo aplicadas para manter uma disponibilidade adequada do elemento às culturas agrícolas nessa região (SOUSA e LOBATO, 2004).

A presença de fósforo disponível na solução dos solos na região do Cerrado é muito baixa. Essa característica, combinada à alta capacidade que esses solos têm para reter o fósforo na fase sólida, contribui para limitações no desenvolvimento de atividades agrícolas rentáveis sem a aplicação de adubos fosfatados (SOUSA et al., 2010).

Os adubos fosfatados quando são aplicados ao solo, após sua dissolução, praticamente todo o fósforo é retido na fase sólida, formando compostos menos solúveis. Entretanto, a maior parte do fósforo retido é aproveitado pelas plantas. A amplitude dessa recuperação, depende principalmente da espécie cultivada, é afetada por textura, tipos de minerais de argila e acidez do solo. Além disso, dose, fonte, granulometria e forma de aplicação do fertilizante fosfatado, rotação de culturas e sistema de preparo do solo também influem nesse processo (SOUSA e LOBATO, 2004).

A resposta à adubação fosfatada depende, dentre outros fatores, da disponibilidade de fósforo no solo, da disponibilidade de outros nutrientes, da espécie e variedade vegetal e das condições climáticas do local (BEZERRA et al., 2014).

Segundo Sousa e Lobato (2004), uma das opções para se aumentar a eficiência de fertilizantes fosfatados é aplica-los de modo adequado no solo. A escolha dessa prática dependerá do solo, da fonte de fósforo, da espécie a ser cultivada, do sistema de preparo e do clima. As formas utilizadas para adicionar o fósforo ao solo são: a lanço, na superfície, com ou sem incorporação no sulco de plantio, em covas e em faixas.

De acordo com Nunes et al. (2011), na região do Cerrado predomina a aplicação da adubação fosfatada em sulcos de semeadura de fontes solúveis de fósforo. Isso devido à baixa disponibilidade desse nutriente nos solos dessa região e na maioria das vezes ser aplicado para culturas anuais, com necessidades inferiores a 100 kg ha^{-1} de P_2O_5 .

Já para Sousa e Lobato (2004), a distribuição a lanço e a incorporação no solo proporciona maior disponibilidade desse nutriente, desde que, as demais condições do ambiente estejam favoráveis. Fertilizantes fosfatados a lanço e incorporado promove um sistema radicular mais volumoso para culturas anuais. Mas

essa forma de aplicação deve ser utilizada para doses de fósforo superiores a 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em solos com baixa disponibilidade de fósforo.

Na cultura do feijão-caupi, o fósforo é o elemento extraído em menor quantidade e o que mais limita a produção. O nível crítico do elemento no solo, para o bom desenvolvimento da planta, está em torno de 10 mg dm³. Analisando as condições do solo e as propriedades do elemento no meio, as doses indicadas encontram-se na faixa de 20 a 60 kg de P₂O₅ ha⁻¹ (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002).

2.3 Correção da acidez do solo

Os solos brasileiros na sua maioria apresentam baixa ou muito baixa fertilidade. Os maiores problemas de fertilidade dos solos tropicais são a falta de fósforo e a acidez excessiva. A acidez dos solos limita a produção agrícola em consideráveis áreas do Brasil. A deficiência de cálcio e a toxidez causada por alumínio e manganês são fatores que mais têm causado limitação na produtividade das culturas em solos ácidos (CAIRES, 2014).

As principais características de solo ácido são, elevado teor de alumínio e baixo teor de cálcio e magnésio. Fatores estes que afetam o crescimento das raízes das plantas. Com isso, o sistema radicular fica pouco desenvolvido, limitando a absorção de água e nutrientes, comprometendo a produtividade das culturas. A correção da acidez se faz necessária para obter melhores produtividades nas culturas e maior eficiência no uso da água e nutrientes (RAIJ, 2014).

Principalmente na região do cerrado, onde o problema da acidez não é apenas superficial (0 a 20 cm), pode ocorrer também na subsuperfície (camadas mais profundas). Para essa correção, o insumo mais utilizado na camada superficial do solo é o calcário e para a subsuperfície o gesso agrícola. Sendo a calagem prática mais utilizada para correção da acidez na camada arável (0 a 20) do solo (SOUSA e LOBATO, 2004).

Segundo Sousa e Lobato (2004), a elevação do pH, pode acarretar diminuição na disponibilidade de micronutrientes como zinco, manganês, cobre e ferro. Todavia, com a adição das doses de micronutrientes recomendadas pela pesquisa, não tem ocorrido problemas de disponibilidade, na faixa de pH entre 5,5 e 6,3 ou de saturação por bases entre 40% a 60%.

A quantidade de calcário a ser utilizada em determinada área depende do tipo de solo e do sistema de produção a ser desenvolvido. Na região do Cerrado, o método que foi mais utilizado para determinar a necessidade de calcário (N.C.) é o que se baseia nos teores de Al, Ca e Mg trocáveis, e o cálculo da N.C. varia em função do teor de argila dos solos (CAIRES, 2014).

Diversos trabalhos têm mostrado que o feijão-caupi é uma planta que possui determinada tolerância a solos ácidos. Solos com pH superior a 5,5 são considerados aptos para cultura. O nível de saturação de alumínio não deve ultrapassar 20 % da capacidade de troca catiônica dos solos. A partir desse ponto, o crescimento do feijão-caupi fica prejudicado, principalmente pela indisponibilidade de fósforo (FREIRE FILHO; LIMA e RIBEIRO, 2005).

De acordo com, Freire Filho, Lima e Ribeiro (2005), recomenda-se calagem para a cultura de feijão-caupi quando a porcentagem de saturação de alumínio for igual ou maior que 20%. Um critério bastante utilizado para o cálculo da necessidade de calagem a elevação da saturação de bases a nível desejado. No caso do feijão-caupi, deve-se elevar a saturação de base para 50%.

Na calagem, geralmente são utilizados os calcários calcínicos ou dolomíticos. Este último, pelo teor de magnésio que contêm, devem ser preferidos. O calcário deve ser aplicado 2 meses antes da semeadura, para que se obtenha os efeitos esperados. Caso o calcário possua um PRNT inferior a 100%, é necessário corrigir a quantidade, utilizando a seguinte fórmula: Dose a aplicar ($t\ ha^{-1}$) = Dose recomendada ($t\ ha^{-1}$) / PRNT (%) do calcário x 100 (ALMEIDA, 2013).

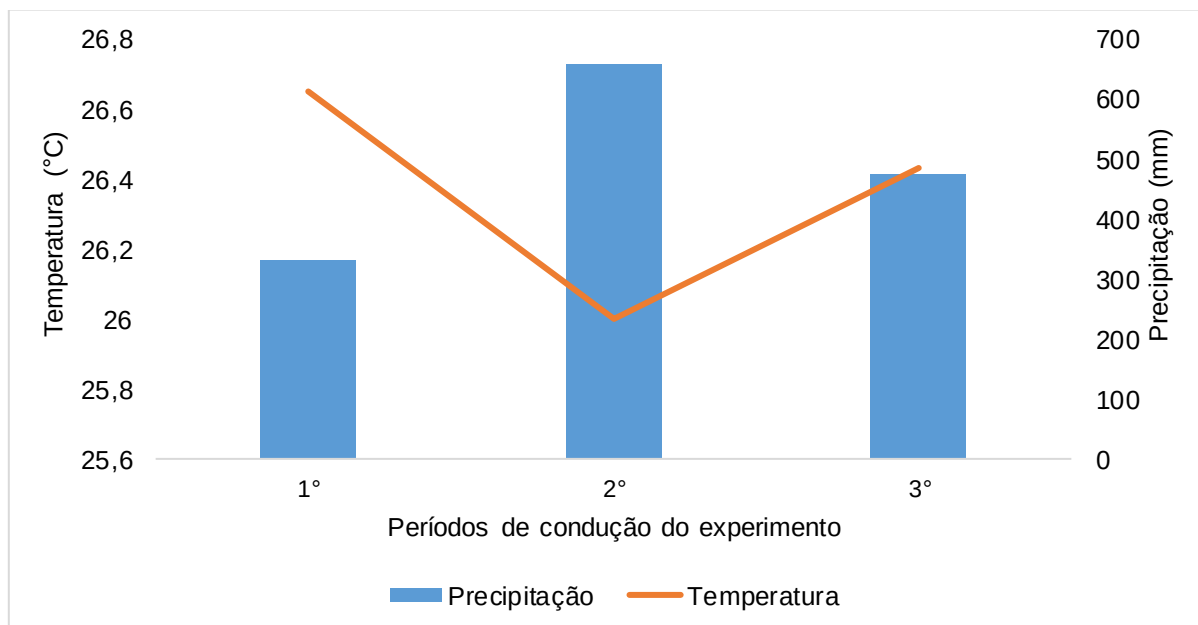
3 MATERIAL E METODOS

3.1 Caracterização da área experimental

Foi realizada uma pesquisa experimental, em condição de campo, sob regime de sequeiro, localizada no povoado Santa Tereza, município de Araguatins – TO, nas coordenadas aproximadas de 05° 56' 09" S e 48° 05' 00" W. O clima característico da região, segundo a classificação de Koppen-Geiger, é do tipo Aw, ou seja, clima tropical com estação seca de Inverno. A localização apresenta precipitação média anual de 1500 mm, temperatura média de 28,5°C e altitude de 103 m (INMET, 2018).

Os dados referentes a precipitação pluviométrica e temperatura média no período de condução do experimento foram obtidos no sistema de dados disponibilizados pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) da estação meteorológica de Araguatins – TO, estando dispostos na Figura 1.

Figura 1 - Dados de precipitação pluviométrica e temperatura média durante três períodos da condução do experimento, 1° da calagem ao plantio, 2° do plantio a frutificação, 3° da frutificação a amostragem de solo pós-colheita do feijão-caupi.



Fonte: INMET (2018)

O solo em que o experimento foi instalado é classificado segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico (SANTOS et al., 2006).

Realizou-se a coleta de amostra de solo antecipadamente a instalação do experimento na área experimental para análise química dos teores de potencial de hidrogênio (pH), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), hidrogênio + alumínio (H+Al), matéria orgânica (M.O), soma das bases (S), capacidade de troca de cátions (T) e porcentagem de saturação de bases (V%), e físicas (areia, silte e argila) (Tabela 1), de acordo com o Manual de Análises Químicas desenvolvido por Silva (1999), na profundidade de 0-20 cm.

Tabela 1 - Características químicas e físicas do solo antes da implantação do experimento, na profundidade de 0-20 cm.

pH em H ₂ O	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T	V%	M.O.
	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³							%
4,6	2,20	15	0,3	0,1	0,7	1,65	0,44	2,09	20,99	1,44
Areia					Argila			Silte		
					%					
85,49					7,25			7,26		

Fonte: Laboratório de solos *campus* Araguatins (2018)

Logo após a interpretação da análise, foi realizado o preparo do solo, com duas gradagens a 20 cm de profundidade, com objetivo de fazer a eliminação da vegetação, descompactação e nivelamento da área.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados, constituídos de 10 tratamentos em esquema fatorial 5x2, com quatro repetições. Tendo no total 40 parcelas, cada unidade experimental com área de 10 m². Os tratamentos foram constituídos de 5 doses de fósforo (0, 30, 60, 90, 120 kg ha⁻¹) distribuídas em solo arenoso com e sem calagem. A dose 60 foi a indicada segunda a interpretação da análise do solo e necessidade da cultura. Os tratamentos foram os seguintes:

T1 - sem aplicação de calcário e com 0 kg de P₂O₅ ha⁻¹;

T2 - com aplicação de calcário e com 0 kg de P₂O₅ ha⁻¹;

- T3 - sem aplicação de calcário e com 30 kg de P_2O_5 ha^{-1} ;
 T4 - com aplicação de calcário e com 30 kg de P_2O_5 ha^{-1} ;
 T5 - sem aplicação de calcário e com 60 kg de P_2O_5 ha^{-1} ;
 T6 - com aplicação de calcário e com 60 kg de P_2O_5 ha^{-1} ;
 T7 - sem aplicação de calcário e com 90 kg de P_2O_5 ha^{-1} ;
 T8 - com aplicação de calcário e com 90 kg de P_2O_5 ha^{-1} ;
 T9 - sem aplicação de calcário e com 120 kg de P_2O_5 ha^{-1} ;
 T10 - com aplicação de calcário e com 120 kg de P_2O_5 ha^{-1} .

As parcelas experimentais apresentaram dimensões de 4 m x 2,5 m, compostas de 5 linhas de plantio com 4 m de comprimento e espaçamento de 0,5 m entre linhas. O espaçamento entre parcelas foi de 0,5 m. Foram analisadas as três linhas centrais, descartando 1 m em cada borda, assim a área útil de cada parcela foi constituída de 3 m². Foram analisadas 30 plantas de feijão-caupi.

3.3 Condução do experimento

A semeadura foi realizada no dia 15 de janeiro de 2018, aos 60 dias após a aplicação de calcário dolomítico de acordo com os tratamentos, com PRNT de 70% aplicado a lanço, incorporado ao solo a 20 cm de profundidade de forma manual com uso da ferramenta enxadão. A quantidade de calcário aplicado, correspondeu a 866 kg ha^{-1} . Para o cálculo da necessidade de calcário (NC) foi utilizado a fórmula $NC (t ha^{-1}) = (V2 - V1) T / PRNT$.

As adubações de NPK foram calculadas com base no resultado de análise química do solo (Tabela 1) e demanda da cultura. Realizando a adubação de base PK em sulco ao lado da linha de plantio, utilizando 40 kg ha^{-1} de potássio na forma de Cloreto de Potássio (KCl – 58% de K_2O) e a adubação fosfatada de acordo com os tratamentos, utilizando como fonte o Superfosfato Simples (SSP- 18% de P_2O_5). A adubação de cobertura foi realizada aos 15 dias após a emergência, com aplicação de 20 kg ha^{-1} de nitrogênio na forma de ureia (45% de N).

Utilizou-se a cultivar de feijão-caupi manteiguinha, a qual apresenta hábito de crescimento indeterminado e porte semiprostrado. O espaçamento utilizado constituiu-se de 0,5 m entre linhas e 0,2 m entre plantas, colocando 10 sementes por metro linear e depois cobertas com uma camada de terra de aproximadamente de 5

cm. Aos 10 dias após a emergência realizou-se o desbaste deixando apenas 5 plantas por metro linear.

O controle de plantas daninhas para a redução de perdas por competição, realizou-se aos 30 dias após o plantio por meio de capina manual com enxada. Para o controle de vaquinhas e pulgões foi realizado uma aplicação utilizando o inseticida tiametoxam, lambda-cialotrina, aplicando a dosagem de 100 ml ha⁻¹ do produto comercial.

Foram realizadas quatro colheitas nas áreas experimentais, com intervalo de 8 dias de uma para outra. A primeira realizada aos 70 dias após plantio e a última aos 102 dias. Realizou-se as colheitas quando as vagens chegaram a maturação fisiológica. Após serem colhidas as vagens foram armazenadas em ambiente arejado até o dia da avaliação.

3.4 Variáveis analisadas

Os componentes de produção foram determinados a partir das vagens colhidas nas 30 plantas presentes na área útil de cada parcela. As variáveis analisadas foram as seguintes:

Número de vagens/planta – NVP: foram contadas as vagens das trinta plantas presentes na área útil de cada parcela, posteriormente calculou-se a média do número de vagens por planta.

Comprimento de vagem (cm) – CPV: mediu-se o comprimento de 10 vagens de forma aleatória entre as vagens colhidas das trinta plantas presentes na área útil de cada parcela, com o uso de uma régua, posteriormente calculou-se a média do comprimento de vagens.

Número de grãos/vagem – NGV: contou-se os grãos das 10 vagens da variável medida anteriormente, posteriormente calculou-se a média do número de sementes por vagem, provenientes das três linhas úteis de cada parcela.

Massa de grãos/planta (g) – MGP: pesou-se os grãos colhidos das trinta plantas presentes na área útil de cada parcela, posteriormente calculou-se a média da massa por planta.

Massa de 100 grãos (g) – MCG: foram contadas e pesadas em balança de precisão cem grãos retirados de forma aleatória entre os grãos colhidas das trintas plantas presentes na área útil de cada parcela.

Produtividade de grãos (kg ha^{-1}) – P: determinou-se pela produção total de grãos na área útil da parcela, transformada de g parcela^{-1} para kg ha^{-1} .

Após analisadas todas as variáveis produtivas, coletou-se quarenta amostras de solo, referentes a cada parcela do experimento, na profundidade de 0-20 cm. Em cada unidade experimental foram coletadas três amostras simples, para constituir uma amostra composta. As mesmas, foram levadas para o laboratório de solo do IFTO-*campus* Araguatins, para verificar os índices de fertilidade do solo, potencial de hidrogênio (pH), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e saturação por base (SB) do solo, posteriormente ao cultivo de feijão-caupi submetido a crescentes doses de fósforo em solo arenoso com e sem calagem.

3.5 Análises estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F. Para comparação de médias entre os tratamentos utilizou-se o teste de Tukey (5%) de probabilidade. Os dados foram processados utilizando o programa estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2010).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram, que houve efeito significativo pelo teste F para interação calagem com doses de fósforo apenas para a variável comprimento de vagem. As demais variáveis produtivas analisadas não demonstraram respostas significativas aos tratamentos aplicados (Tabela 2), porém nenhum modelo de regressão se ajustou aos dados obtidos. Pode-se justificar os resultados, devido a rusticidade que a cultivar (manteiguinha) apresenta. Produzindo satisfatoriamente em solos ácidos e com baixos teores de fósforo, devido não ter passado por nenhum processo de melhoramento genético.

Colaborando com este trabalho Borges et al. (2013), ao testar doses de calcário no cultivar de feijão-caupi tumucumate, não encontrou efeito significativo das diferentes doses aplicadas sobre o número de grãos por planta, massa de grãos secos por planta e produtividade do cultivar tumucumate. O autor justificou, afirmando o feijão-caupi ser uma cultura rústica capaz de produzir em solos com pH baixo, pouco exigente em calcário.

Corroborando com trabalho de Melo et al. (2013), que não encontrou efeito significativo de doses de fósforo para os componentes produtivos, número de grãos por vagem e peso de cem grãos, e significativo para a variável comprimento de vagem, ao realizar adubação fosfatada em latossolo amarelo distrocoeso no cerrado do Leste maranhense. Assim como, em trabalho desenvolvido por Zucareli et al. (2011), ao testar o efeito de doses de fósforo sobre a produtividade de feijão carioca não se observou efeito significativo a variável massa de 100 grãos.

De acordo com trabalho de Coutinho et al. (2014), ao testar doses de fósforo na cultura do feijão-caupi na região nordeste do Estado do Pará, observou que as variáveis número de vagem por planta e massa de cem grãos, não foram significativas pelo teste F.

A média brasileira de produtividade do feijão-caupi na segunda safra 2017/18 foi de 557 kg ha⁻¹ conforme Conab (2018), no entanto essa média foi superada nas condições do experimento nas duas condições de calagem, independente da dose de fósforo utilizada. Por outro lado, no estado do Tocantins a produtividade média, na mesma safra chegou a 1203 kg ha⁻¹ (CONAB, 2018), também superada pela média da produtividade obtida nesse trabalho, que foi 1212,82 kg ha⁻¹ (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo das análises de variância, coeficiente de variação (CV) e média geral do número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagem (CPV), número de grãos por vagem (NGV), massa de grãos por planta (MGP), massa de cem grãos (MCG) e produtividade (PRO) de feijão-caupi submetido a doses crescentes de fósforo em solo arenoso com e sem calagem.

Causas de variação	G.L	Quadrados médios					
		NVP	CPV (cm)	NGV	MGP (g)	MCG (g)	PRO (kg ha ⁻¹)
Calagem	1	60,565 ^{ns}	0,146 ^{ns}	0,156 ^{ns}	81,196 ^{ns}	0,262 ^{ns}	812141,703 ^{ns}
Fósforo	4	15,396 ^{ns}	0,124 ^{ns}	0,386 ^{ns}	17,799 ^{ns}	0,210 ^{ns}	177878,271 ^{ns}
Bloco	3	325,522 ^{**}	1,106 [*]	2,898 [*]	413,611 ^{**}	0,836 ^{**}	4135770,321 ^{**}
Calagem x Fósforo	4	22,414 ^{ns}	0,766 [*]	1,365 ^{ns}	30,755 ^{ns}	0,179 ^{ns}	307480,552 ^{ns}
Erro	27	19,562	0,263	0,648	24,263	0,136	242654,125
C. V. (%)		39,02	3,75	5,09	40,61	4,41	40,62
Média		11,33	13,67	15,81	12,13	8,18	1212,82

NS, ** e *, não significativo, significativo a 1 e a 5 % de probabilidade, respectivamente. Fonte: elaborado pelo autor (2018)

Ao realizar o desdobramento da interação calagem com doses de fósforo para a variável comprimento de vagem, observou-se produção de vagens maiores no tratamento com calagem e na dose de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Tabela 3). Fato observado também em trabalho de Melo et al. (2013), que verificou produção de vagens maiores na cultura do feijão-caupi ao testar doses de fósforo.

Tabela 3 - Análise do desdobramento das diferentes doses de fósforo dentro de cada nível de calagem e desdobramento do nível de calagem dentro de cada dose fósforo para a variável comprimento de vagem (CPV).

Calagem	CPV				
	0 kg ha ⁻¹	30 kg ha ⁻¹	60 kg ha ⁻¹	90 kg ha ⁻¹	120 kg ha ⁻¹
Com	13,75 Aa	13,49 Aa	13,96 Ab	13,38 Aa	13,36 Aa
Sem	13,95 Aa	13,62 Aa	13,16 Aa	13,09 Aa	13,99 Aa

Médias seguidas por mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna respectivamente, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: elaborado pelo autor (2018)

Os resultados das análises de variância dos atributos químicos do solo, potencial de hidrogênio, cálcio e saturação por base (Tabela 4) apresentaram efeito significativo apenas para o fator calagem. Borges et al. (2013), ao testar calagem no primeiro ano de cultivo de feijão caupi, observou-se após a colheita do experimento, redução significativa do teor de Al e aumento significativo no valor de pH e teores de Ca e Mg.

Almeida (2013), ao verificar resposta de cultivares de feijão-caupi a calagem, em Jaboticabal – São Paulo. Observou que, a aplicação de calcário promoveu aumentos lineares no pH, e nos teores de Ca e Mg do solo,

consequentemente, elevando a saturação por bases. Assim, confirmando que o uso do corretivo no solo reflete em melhorias nos atributos químicos do solo

Tabela 4 - Resumo das análises de variância e coeficiente de variação do potencial de hidrogênio (pH), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e saturação por base (V%) do solo após cultivo de feijão-caupi submetido a crescentes doses de fósforo em solo arenoso com e sem calagem.

Causas de variação	G. L.	Quadrados médios				
		pH	P	Ca	Mg	V%
Calagem	1	2,256**	988,831 ^{ns}	0,835*	0,056 ^{ns}	927,850*
Fósforo	4	0,217 ^{ns}	263,276 ^{ns}	0,249 ^{ns}	0,302 ^{ns}	171,724 ^{ns}
Bloco	3	0,431*	951,808*	0,377 ^{ns}	0,011 ^{ns}	622,661*
Calagem x Fósforo	4	0,157 ^{ns}	130,796 ^{ns}	0,155 ^{ns}	0,090 ^{ns}	139,304 ^{ns}
Erro	27	0,114	317,306	0,160	0,183	160,372
C. V. (%)		6,13	114,52	39,76	75,99	33,44

ns, **, *, não significativo, significativo a 1 e a 5 % de probabilidade, respectivamente. Fonte: elaborado pelo autor (2018)

Na condição do solo com calagem observou-se valores de pH, Ca e V% superiores aos encontrados no solo que não recebeu calcário (Tabela 5). Diversos trabalhos têm mostrado que o feijão-caupi é uma planta que possui determinada tolerância a solos ácidos. Solos com pH superior a 5,5 são considerados aptos para cultivo (FREIRE FILHO; LIMA e RIBEIRO, 2005).

A saturação por base no ambiente que recebeu calagem mesmo estando em valor superior ao local que não recebeu (Tabela 5), ainda não está de acordo com a saturação de base de 60% identificada por Fonseca (2008), sendo como a que proporcionou maior produção de grãos e de vagem do feijão-caupi, independente da dose de fósforo aplicada. Situação esta, que pode explicar a ausência de significância da variedade de feijão-caupi cultivada aos tratamentos utilizados.

Tabela 5 - Atributos químicos do solo, potencial de hidrogênio (pH), cálcio (Ca) e saturação de bases (V%) após o cultivo de feijão-caupi submetido a crescentes doses de fósforo em solo arenoso com e sem calagem.

Calagem	Atributos químicos		
	pH	Ca	V%
Com	5,75 b**	1,15 b*	42,68b*
Sem	5,27 a	0,86 a	33,05a

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de significância. **, * significativo a 1 e a 5 % pelo teste F respectivamente. Fonte: elaborado pelo autor (2018)

De acordo com Sousa e Lobato (2004), após a correção da acidez, deseja-se que o pH do solo, fique entre 5,5 e 6,3, pois nesse intervalo as plantas têm boas condições de assimilação dos nutrientes essenciais, como: fósforo, potássio, enxofre e nitrogênio. Além disso, uma calagem bem-feita irá neutralizar o alumínio do solo e fornecer cálcio e magnésio como nutrientes. E ainda, promove o aumento da capacidade de troca de cátions efetiva, o que influencia na disponibilidade do fósforo, que é um nutriente primordial, para produção agrícola economicamente viável.

A correção da acidez é uma prática que contribui para aumentar a disponibilidade de P do solo e a eficiência dos fertilizantes fosfatados. Essa maior eficiência pode ser observada em trabalho realizado por Sousa e Lobato (2003), onde obteve produtividade $1,32 \text{ Mg ha}^{-1}$ de grãos de soja, cultivado com dose de 200 kg ha^{-1} de P_2O_5 sem calagem, enquanto com essa mesma dose, na área onde foi realizada a calagem, a produtividade da soja foi de $3,04 \text{ Mg ha}^{-1}$. Assim, demonstrando a relação direta que existe entre a adubação fosfatada e a correção da acidez do solo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A interação entre calagem e doses de fósforo, teve influência apenas sobre a variável comprimento de vagem. As demais variáveis produtivas não tiveram nenhuma resposta significativa aos tratamentos utilizados nas condições experimentais apresentadas.

O fator calagem proporcionou ao solo das parcelas que receberam calcário melhorias nos atributos químicos pH, cálcio e porcentagem de saturação por base.

Para trabalhos futuros na mesma linha de pesquisa, sugere-se que os pesquisadores utilizem cultivares de feijão-caupi melhoradas geneticamente para resposta à adubação, e ainda busquem testar fontes e doses de fósforo, em vez de apenas doses.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA; A. L. G. de. **Resposta de cultivares de feijão-caupi a calagem**. Tese (Doutorado) apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, SP, 2013.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; SANTOS, A. A. dos; ATHAYDE SOBRINHO, C.; BASTOS, E. A.; MELO, F. de B.; VIANA, F. M. P.; FREIRE FILHO, F. R.; CARNEIRO, J. da S.; ROCHA, M. de M.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S. da; RIBEIRO, V. Q. **Sistema de produção**: cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte, p. 108, 2002.
- BEZERRA, M. A. F.; OLIVEIRA, F. A. de; BEZERRA, F. T. C.; PEREIRA, W. E.; SILVA, S. A. da. 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.
- BORGES, W. L.; FERREIRA, S. B.; FERREIRA, N. dos S.; MELÉM JÚNIOR, N. J.; CAVALCANTE, E. da S. Feijão-caupi apresenta resposta ao fósforo mas não a calagem e ao potássio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 35, 2015, Natal, RN. **Anais...** Natal: o solo e suas múltiplas funções, 2015, p. 1-4.
- BORGES, W. L.; FERREIRA, S. B.; FERREIRA, N. dos S.; MELÉM JÚNIOR, N. J.; CAVALCANTE, E. da S. Calagem e adubação em feijão-caupi no Amapá: Tumucumaque - Ano 1. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 4, 2013, Florianópolis, SC, 2013, p. 1-4.
- CAIRES, E. F. **Manejo da acidez do sol**. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes. Piracicaba, SP, v. 1, 4ed., p. 281-338, 2014.
- CHAGAS, M. C. M. das; LIMA, J. M. P. de; HOLANDA, J. S. de. **Feijão macassar: do plantio a colheita**. Circuito de tecnologias adaptadas para a agricultura familiar. Natal, RN: EMPARN, p.28, 2010.
- Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v.5, safra 2017/18, n.10-décimo levantamento/julho 2018 – Brasília: Conab 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 10 de jul. 2018.
- COSTA, P. F.; ROCHA, M. de M.; SOUSA, T. I. L. de; MENDES, F. C.; NASCIMENTO, I.R. do. Divergência genética em feijão-caupi em três regiões do estado do Tocantins a partir de características agronômicas. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3., 2013, Recife, PE. **Anais...** Recife: Área: Solos e nutrição de planta, 2013. p. 1-4.
- COUTINHO, P. W. R.; SILVA, D. M. S. da; SALDANHA, E. C. M.; OKUMURA, R. S.; SILVA JÚNIOR M. L. da. Doses de fósforo na cultura do feijão-caupi na região nordeste do Estado do Pará. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.8, n.1, p. 66-73, 2014.

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

FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 432, 2006.

FERREIRA, D. F. **Sisvar versão 5.4**. Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, 2010.

FONSECA, M. R. **Nutrição mineral e produção do feijão caupi em função do fósforo e da saturação por bases, em latossolo amarelo**. Dissertação (Mestrado), Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas. Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, PA, 2008.

FREIRE FILHO, F. R. **Feijão-Caupi no Brasil: Produção, Melhoramento Genético, Avanços e Desafios**. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte, 2011.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 519, 2005.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ALCÂNTARA, J. dos P.; BELARMINO FILHO, J.; ROCHA, M de M. Brs marataoã: novo cultivar de feijão-caupi com grão tipo sempre verde. **Revista Ceres**, v. 52, n. 303, p. 771-777, 2005

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Consulta Dados da Estação Automática: Araguatins (TO). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>. Acesso em: 23 Junho de 2018.

MELO, F. de B.; CARDOSO, M. J.; BASTOS, E. A.; RIBEIRO, V. Q. Resposta do feijão-caupi à adubação fosfatada e potássica em latossolo amarelo distrocoeso no cerrado do leste maranhense. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3., 2013, Recife, PE. **Anais...** Recife: Área: Solos e nutrição de planta, 2013. p. 1-5.

NEVES, A. C. das; CÂMARA, J. A. da S.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S. da; ATHAYDE SOBRINHO, C. Circular técnica: **Cultivo do Feijão-caupi em Sistema Agrícola Familiar**. Teresina, PI. Embrapa, 2011.

NUNES, R. de S.; SOUSA D. M. G. de; GOEDERT W. J.; VIVALDI L. J. Distribuição de fósforo no solo em razão do sistema de cultivo e manejo da adubação fosfatada. **Revista Brasileira Ciência Solo**, 35:877-888, 2011.

OLIVEIRA, G. A.; ARAÚJO, W. F.; CRUZ, P. L. S.; SILVA, W. L. M. da; FERREIRA G. B. Resposta do feijão-caupi as lâminas de irrigação e as doses de fósforo no cerrado de Roraima. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 872-882, 2011.

RAIJ, B. V. Melhorando o ambiente radicular em subsuperfície. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba, SP, v. 1, 4ed., p. 351-380, 2014.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; OLIVEIRA, J.B. de; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, 2ª ed., EMBRAPA SOLOS, Rio de Janeiro – RJ, 2006.

SILVA, F.C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**/Embrapa solos, Embrapa Informática agropecuária – Brasília, 1999.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO E. **Adubação fosfatada em solos da região do cerrado**. Potafos: Encarte técnico, informações agronômicas nº 102, 2003.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. **Cerrado**: correção do solo e adubação. 2ed. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnologia, 2004.

SOUSA, D. M. G. de; REIN, T. A; GOEDERT, W. J; LOBATO, E; NUNES, R. de S. Fósforo. In: PROCHNOW, L. I; CASARIN, V; STIPP, S. R. **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba: IPNI – Brasil, v.2, p. 68 - 138, 2010.

SULEWSKI, G.; STAUFFER M. D. Fósforo essencial para a vida. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. e. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba, SP, 3ed. p. 1-11, 2004.

ZUCARELI, C.; PRANDO A. M.; RAMOS JUNIOR E. U.; NAKAGAWA J. Fósforo na produtividade e qualidade de sementes de feijão Carioca Precoce cultivado no período das águas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 32-38, 2011.