



**GOVERNO DO ESTADO DO AMAPÁ
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**RESPOSTA DO FEIJÃO-CAUPI À CALAGEM E ADUBAÇÃO EM
LATOSSOLO NO AMAPÁ**

SILAS BARROS FERREIRA

**Macapá
2015**

SILAS BARROS FERREIRA

**RESPOSTA DO FEIJÃO-CAUPI À CALAGEM E ADUBAÇÃO EM
LATOSSOLO NO AMAPÁ**

Monografia apresentada à Coordenação do curso de Engenharia Florestal da Universidade do Estado do Amapá para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal

Área de concentração:
Fertilidade do solo

Orientador:
Dr. Wardsson Lustrino Borges

**Macapá
2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Processamento Técnico da Biblioteca da Universidade do Estado do Amapá

F383r Ferreira, Silas Barros
 Resposta do feijão-caupi à calagem e adubação em latossolo
 no Amapá. / Silas Barros Ferreira. – Macapá, 2015.
 42 f.

Orientador Wardsson Lustrino Borges

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade
do Estado do Amapá, Curso de Engenharia Florestal, 2015.

1. Lotossolo. 2. Fixação biologia de nitrogênio 3. Tumucumaque
I. Borges, Wardsson Lustrino. II. Universidade do Estado do Amapá.
Curso de Engenharia Florestal. III. Título.

CDD 22.ed. 631.47098116

FOLHA DE AVALIAÇÃO

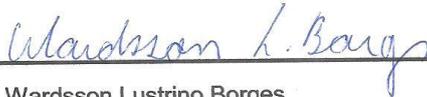
Nome do autor: FERREIRA, Silas Barros

Título: **Resposta do feijão-caupi à calagem e adubação em latossolo no Amapá**

Monografia apresentada à
Coordenação do curso de Engenharia
Florestal da Universidade do Estado
do Amapá para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Florestal

Data de aprovação:

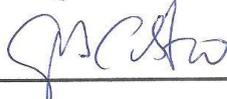
Banca examinadora:



Dr. Wardsson Lustrino Borges
Orientador e presidente
Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amapá



Prof. MSc. Fernando Galvão Rabelo
Membro Titular
Docente do curso de Engenharia Florestal da Universidade do Estado do Amapá – UEAP



Dr. Gustavo Spadotti Amaral Castro
Membro Titular
Analista da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amapá

À minha falecida vó, Rosalva e aos meus pais, Arlete Maria e Ilson Pinheiro Ferreira, que sempre estiveram ao meu lado em todas as decisões da minha vida e os grandes incentivadores da minha futura profissão... DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por estar presente em todos os momentos de minha vida, porque sem ele não somos nada.

À minha querida falecida avó Rosalva Cardoso Barros pelo apoio, amor e carinho que sempre esteve e estará em todas as etapas dessa caminhada.

Aos meus pais, Ilson Pinheiro Ferreira e Arlete Maria Cardoso Barros, e a todos os meus familiares pelo amor, carinho e incentivo em todos esses anos da minha vida;

Aos meus irmãos, Suzane Barros Ferreira, Sabrina Barros Ferreira e Rodrigo Barros Ferreira pelo convívio nos diversos momentos de alegrias compartilhados;

A Universidade do Estado do Amapá – UEAP por realizar esta graduação e pela melhoria dos meus conhecimentos;

Aos colegas de graduação da turma EFL-25 e a todos que conheci ao longo do curso, pelos momentos de dificuldades e alegrias que passamos juntos.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amapá, pela oportunidade concedida de estagiar e realizar este estudo;

Aos funcionários Adinomar R. Nunes, Adjalma S. Souza, Adjard L. Dias, Anderson Schwanke, Carlos A.B. Barreto, Enoque da Silva, Edilson B. Rodrigues, José B. da Costa, Manoel Jonas J. Viana e Marcelo L. Oliveira pelo apoio na condução dos experimentos;

Ao meu orientador, Dr. Wardsson Lustrino Borges, pela oportunidade de desenvolver este trabalho, além de todo apoio e amizade no decorrer destas atividades;

E a todas as pessoas que estiveram presente e que contribuíram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

“Existe um tempo certo para cada coisa, momento oportuno para cada propósito debaixo do sol: Tempo de nascer, tempo de morrer, tempo de plantar, tempo de colher”.

Bíblia

RESUMO

FERREIRA, S. B. **Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá** [Cowpea response to fertilization and liming oxisol in Amapá] 2015. N° 42 f. Monografia (TCC em Fertilidade do solo – Coordenadoria do curso de Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Amapá).

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma leguminosa cultivada em quase todo mundo, em diversas condições de ambiente e em diferentes tipos de solos. Considerada cultura rustica, de ciclo curto, pode obter nitrogênio do ar via associação com as bactérias do solo do grupo rizóbio, pode ser cultivada em regiões altas temperaturas e de baixa disponibilidade hídrica e em solos de baixa fertilidade. Neste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito da calagem e adubação com fósforo e potássio sobre o desenvolvimento de feijão-caupi. Seis experimentos foram conduzidos em condição de campo, no campo experimental de Mazagão da Embrapa Amapá durante os anos de 2012, 2013 e 2014. Em cada ano, dois experimentos foram conduzidos, testando 6 doses de calcário (Calagem) e 4 doses de P e 4 doses de K (Adubação). Foram avaliados, em todos os experimentos, o número e a massa de vagens por planta, o número e a massa de grãos por planta e produtividade (kg ha^{-1}). Não houve efeito das diferentes doses de calcário e de potássio aplicados no solo sobre o número de vagens por planta, massa de vagens por planta, número de grãos por planta, massa de grãos por planta e produtividade de grãos de feijão-caupi nos anos de 2012, 2013 e 2014, exceto para doses de calcário sobre a produtividade no ano de 2014. Por outro lado, houve efeito significativo da aplicação de diferentes doses de P sobre a produtividade de feijão-caupi cultivar Tumucumaque.

Palavras-chave: Latossolo, Fixação biológica de nitrogênio, Tumucumaque.

ABSTRACT

FERREIRA, SB Cowpea response to fertilization and liming oxisol in Amapá [Cowpea response to fertilization and liming oxisol in Amapá] 2015. N° 42 f. Monograph (CBT Soil fertility - Coordination of Forestry course, Amapá State University).

Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) Is a legume grown almost worldwide in various environmental conditions and in different types of soils. Considered rustica culture, short cycle, can get nitrogen from the air via association with soil bacteria of the Rhizobium group, can be grown at high temperatures and regions of low water availability and low soil fertility. This study aimed to evaluate the effect of liming and fertilization with phosphorus and potassium on the development of cowpea. Six experiments were conducted under field conditions, in Mazagão experimental field of Embrapa Amapá during the years 2012, 2013 and 2014. Each year, two experiments were conducted, testing 6 of limestone (Liming) and 4 doses of P and 4 doses of K (fertilization). Were evaluated in all experiments, the number and mass of pods per plant, the number and mass of grains per plant and yield (kg ha⁻¹). There was no effect of different doses of lime and potassium applied to the soil on the number of pods per plant, weight of pods per plant, number of grains per plant, grain yield per plant and yield of cowpea beans in the years 2012, 2013 and 2014, except for lime rates on productivity in the year 2014. On the other hand, there was a significant effect of different doses of P on the cowpea productivity cultivate Tumucumaque.

Keywords: Oxisoil, Biological nitrogen fixation, Tumucumaque.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 13 |
| 2.1 CALAGEM | 13 |
| 2.2 ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA | 14 |
| 3 OBJETIVOS | 17 |
| 3.1 GERAL | 17 |
| 3.2 ESPECIFICOS | 17 |
| 4 METODOLOGIA | 18 |
| 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA | 18 |
| 4.2 ENSAIO DE CALAGEM | 19 |
| 4.3 ENSAIO DE ADUBAÇÃO | 20 |
| 4.4 AVALIAÇÕES | 22 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 23 |
| 5.1 AVALIAÇÃO DAS DIFERENTES DOSES DE CALCÁRIO | 23 |
| 5.2 AVALIAÇÃO DAS DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO E POTÁSSIO | 29 |
| 6 CONCLUSÃO | 38 |
| REFERENCIAS | 39 |

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma das leguminosas cultivada em quase todo mundo, em diversas condições de ambiente e em diferentes tipos de solos. Considerada cultura rustica, de ciclo curto, pode obter nitrogênio do ar via associação com as bactérias do solo do grupo rizóbio, pode ser cultivada em regiões de climas de altas temperaturas e de baixa disponibilidade hídrica e em solos de baixa fertilidade. Apresenta importância econômica sendo difundida principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. A produção nessas duas regiões tem sido desenvolvida por pequenos, médios e grandes produtores a longo prazo com adoção de baixo nível tecnológico. No Brasil, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, o caupi é uma das principais alternativas sociais e econômicas de suprimento alimentar para as populações rurais (FREIRE FILHO et al., 2005), visto que é uma leguminosa com altos valores de proteínas, carboidratos, fibras e vitaminas essenciais ao crescimento do ser humano é uma boa opção para a melhoria da qualidade de vida especialmente da população carente no meio rural (SOUZA, 2005).

Por outro lado, é uma cultura que está em crescente desenvolvimento ganhando espaço no cenário nacional em produção de grãos, em especial na região centro-oeste onde médio e grandes produtores estão realizando o plantio da cultura.

Em nível nacional a cultura tem apresentado baixa produtividade de grãos, dependendo da safra e do sistema agrícola, variando entre 300 e 900 kg ha⁻¹. Todavia, isso se deve a vários fatores, que influenciam diretamente na baixa produtividade do feijão-caupi, como manejo fitossanitário inadequado e controle de plantas daninhas ineficientes, distribuição irregular das chuvas, uso de cultivares de baixa produtividade, não inoculação com estirpes eficientes de rizóbio, ausência de práticas de correção da fertilidade dos solos e adoção de espaçamentos e densidade de plantios inadequados. O feijão-caupi, tem sido cultivado em quase todos os tipos de solos, merecendo destaque para os Latossolos e Argissolos (MELO et al., 1996) e, por ser uma leguminosa, com capacidade de se associar à bactérias do solo capazes de fixar o nitrogênio atmosférico, pode produzir e contribuir para recuperação da fertilidade de solos de baixa fertilidade.

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

Em condições de elevada acidez do solo, a disponibilidade de fósforo para as plantas é reduzida, devido ao processo de fixação, por meio de reações de adsorção e precipitação com alumínio e ferro (CARVALHO et al., 1995), ocasionando decréscimo na produção.

Deste modo, é possível entender como se deve proceder com as práticas da calagem e adubação. Estas práticas são essenciais tanto para uma cultura de interesse agrícola quanto para uma cultura de interesse florestal, em especial em condição de baixa fertilidade solo. No caso da cultura do feijão-caupi entende-se que há pouco estudo sobre a adoção destas práticas. Assim, esse segmento requer informações, como qualidade de sementes, preparo da área, correção do solo e adubação, época de plantio, entre outros, que possam subsidiar recomendações para o manejo adequado dessa cultura. Assim, adubação fosfatada e potássica tem papel importante em sistemas de produção da agricultura brasileira, visto que os solos são carentes destes macronutrientes.

A prática da calagem visa corrigir a acidez do solo e fornecer nutrientes. A aplicação do calcário possibilita elevar o pH do solo e reduzir o alumínio tóxico (Al^{+3}) e simultaneamente fornecer os macronutrientes cálcio e o magnésio, conseqüentemente melhora a fertilidade do solo proporcionando um maior rendimento a cultura.

Nos últimos anos foram lançadas 23 cultivares de feijão-caupi no Brasil, sendo que hoje quatro cultivares são recomendadas para o Estado do Amapá (CAVALCANTE & GÓES, 2011). No Estado do Amapá a cultura é difundida e aceita entre os produtores e consumidores. As cultivares BRS Novaera e a BRS Tumucumaque têm apresentado adaptação e aceitação comercial no Estado. Estas cultivares são importantes componentes de todos os sistemas de produção prevalentes na agricultura familiar local.

Por outro lado, estudos com o objetivo de propor práticas de manejo, como calagem e adubação adequadas para estes cultivares, não têm sido realizados para todas as condições edafoclimáticas onde o caupi é cultivado.

Para os cultivares recomendados para o Estado do Amapá, em função da inexistência de dados experimentais localmente obtidos, e o que se tem adotado para recomendação de calagem e adubação, é a análise de solo, conforme Embrapa (1997) seguida de interpretação com base em manual de recomendação

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

de outro Estado, ou a adoção de uma recomendação básica na impossibilidade de realização da análise de solo (CAVALCANTE & GÓES, 2011).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CALAGEM

No Brasil a maioria dos solos são ácidos, apresentam os elementos químicos tóxicos Al^{3+} e H^+ , possuem baixa capacidade de troca de cátions, baixa saturação por bases, baixa capacidade de retenção de água e baixos teores de Ca e Mg que influencia na baixa produtividade das culturas (GAMA et al., 2007), sendo um dos fatores a serem corrigidos para a garantia de rendimento econômico das culturas. Na Amazônia isso é bem característico em função do material de origem dos solos e por ser uma região de clima quente e úmido com elevada precipitação. Entretanto, as ordens de solos mais frequentes no Brasil, Latossolos e Neossolos de baixa fertilidade, caracterizados por baixos valores de pH; altos teores de Al, baixos teores (Ca^{2+} , Mg^{2+}) e baixa capacidade de troca de cátions, podem ser cultivados mediante as devidas correções de acidez e/ou fertilidade (MEDA et al., 2002).

De fato, a calagem é considerada uma prática essencial que contribui para a produção agrícola como forma de neutralizar e corrigir essa acidez, fomentando a produtividade e a rentabilidade agrícola, o que a torna um dos meios mais relevantes encontrados para incremento de produtividade do Norte e Nordeste do Brasil.

A calagem é uma prática adotada pelos agricultores que visa corrigir a acidez do solo, aumentando pH e diminuindo do alumínio tóxico (Al^{3+}) e ao mesmo tempo fornecer bases como o cálcio e o magnésio. Esta prática influencia diretamente no desenvolvimento do sistema radicular das plantas e da atividade de microrganismos no solo, proporcionando melhor absorção de nutrientes e aumento à produtividade da cultura (RAIJ, 1991). Além do calcário, pode-se também utilizar outros produtos como corretivos, desde que estes apresentem em sua composição elementos que favoreça a correção desses solos ácidos, como óxidos de cálcio e óxido de magnésio, além de cal virgem, cinzas e calcário calcinado em proporções adequadas para os tipos de solos, contribuindo para o melhor desempenho funcional

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

da planta (RAVAZZI, 2009). Estes produtos, promovem melhorias quando incorporado ao solo, além de neutraliza a acidez e elevar o pH entre 5,5 e 6,5 visto ser esta, a faixa considerada adequada para as melhores condições de crescimento e desenvolvimento das culturas (OLIVEIRA & COSTA, 2001).

Todavia, a necessidade de calagem varia em função do solo e da cultura de interesse, de modo que a aplicação da quantidade adequada de calcário possibilita aumento de produtividade e, ao mesmo tempo, eficiência econômica (FAGERIA, 2001a). A aplicação de quantidades inferiores à recomendada pode não trazer os benefícios esperados com a correção do solo, no sentido do controle da acidez e de disponibilização de nutrientes. A aplicação de quantidades superiores pode favorecer o crescimento de microrganismos do solo indesejáveis para algumas culturas e, promover efeitos físicos prejudiciais à estruturação do solo, como a dispersão de partículas. Com bastante frequência a calagem excessiva elevando o pH do solo para valores acima de 7,0 ocasiona mais dano que benefício, agravando perdas na produtividade das culturas e reduzindo pela metade, apenas em função dos efeitos da acidez, no desenvolvimento das plantas (QUAGGIO, 2000).

A acidez do solo pode ser conduzida por diversos fatores relacionados ao solo, tanto de natureza natural como antrópico. O desenvolvimento do solo pode ser conduzido de material de origem pobre em cátions, que favoreçam a remoção de bases, contribuindo para o aumento de Al^{3+} e H^+ , que podem resultar na formação de um solo ácido. Assim, o aumento desses elementos no solo, prejudica na qualidade do solo, no crescimento e desenvolvimento das plantas tornando o solo ácido (ESSINGTON, 2005).

Neste sentido, a calagem é a prática primordial mais eficiente em corrigir acidez de solos. Além disto, são fornecidos nutrientes como Ca e Mg ao solo, sendo absorvidos na superfície dos solos pelas plantas (AMARAL et al., 2004), promovendo melhorias no ambiente radicular e aumentando a produção das culturas por esse produto (SALDANHA et al., 2007).

2.2 ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

Muitos agricultores realizam a adubação, aplicação de adubos ao solo, como forma de incrementar a sua fertilidade visando suprir as necessidades das culturas e aumentar a produtividade das culturas.

O potássio e o fósforo são macronutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas e juntamente com o nitrogênio são os nutrientes requeridos em maiores quantidades pelas plantas. Portanto, é importante a presença desses elementos no solo.

Neste sentido, o fósforo é um dos elementos minerais que mais limita o desenvolvimento das plantas. A aplicação de fontes de fósforo tem proporcionado frequentes respostas e sua baixa disponibilidade no solo afeta negativamente o crescimento das plantas e sua produção (PASTORINI et al., 2000). O fornecimento em doses adequadas de fósforo estimula o desenvolvimento do sistema radicular, logo na fase inicial, proporcionando condições às plantas de obterem os demais nutrientes (RAIJ, 1991). Entretanto, a aplicação de adubos fosfatos geralmente está associada a muitas perdas, devido a maioria dos solos brasileiros serem ácidos, de baixa fertilidade natural, capazes de reter o fósforo aplicado. Diante disso, é necessário haver maior quantidade de fósforo que é exigida pelas culturas, para suprir à demanda desse nutriente em solos pobres (CARVALHO et al., 1995), e ao mesmo tempo, torna com que outros macronutrientes apareçam pela presença do fósforo e absorvidos pelas plantas (PARRY et al., 2008).

Uma grande parte do fósforo aplicado via fertilizante, fica retida no solo, representando em termos econômicos, um custo significativo. Assim, é necessário, para se obter alta produtividade, que estudos relacionados a solos avaliem a capacidade de retenção do fósforo, definição de doses mais adequadas para as culturas e que possibilitem maiores retornos econômicos (FAGERIA, 1990).

Dada a fixação do fósforo na matriz do solo e sua baixa mobilidade, o efeito residual do fósforo tem sido avaliado por diversos autores sobre o conteúdo de fósforo, o rendimento de matéria seca e a produção nas culturas subsequentes (MOREIRA et al., 2002). O aumento da frequência e da dosagem de aplicação de fósforo tem apresentado resultados satisfatórios sobre a cultura do caupi.

Desta forma, o efeito da aplicação de adubação fosfatada ao solo é imediato, mas pode aumentar a disponibilidade desse macronutriente com sucessivas

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

aplicações no decorrer dos anos (FREIRE et al., 1998), aumentado à capacidade produtiva do solo (AZEVEDO et al., 2004).

A adubação potássica, com fonte mineral de potássio, é uma das formas que os produtores utilizam para aumentar a disponibilidade de K no solo, visando elevar a produção das culturas como o feijão-caupi em solos de baixa fertilidade.

Ao contrário do fósforo, o potássio é um nutriente bastante móvel no solo e um dos fatores relacionados a baixa disponibilidade do potássio é a ocorrência de chuvas de alta intensidade, ocasionando perdas por lixiviação. Desta forma, é possível observar essa carência na maior parte dos solos do Brasil, uma vez que a maior parte dos solos brasileiros são solos altamente intemperizados (KAMINSKI et al., 2007)

Em razão da maior quantidade de chuvas nas regiões Norte e Centro-Oeste, comparativamente à região Nordeste, a perda de potássio por lixiviação pode ser maior nestas regiões, o que explica, em parte, a ausência de resposta das culturas à aplicação de fontes de potássio (VILELA et al., 2004).

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

- Avaliar o efeito da calagem e da adubação com fósforo e potássio sobre o desenvolvimento de feijão-caupi;

3.2 ESPECIFICOS

- Avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de calcário sobre o desenvolvimento de feijão-caupi e,
- Avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de fósforo e potássio sobre o desenvolvimento de feijão-caupi.

4 METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O presente estudo foi desenvolvido no campo experimental de Mazagão da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amapá. O Município de Mazagão ocupa uma área de 13.131 km², distando 36 km da capital Macapá. Está localizado à margem direita do rio Vila Nova, ao sul do Estado do Amapá nas coordenadas geográficas -51,9^o Oeste e 0,1^o Norte (**Figura 1**). Limita-se ao Norte com Porto Grande e Santana, ao Sul com Vitória do Jari, ao Leste com Santana e o Rio Amazonas e a Oeste com Laranjal do Jari.

A área possui um clima do tipo Ami (Equatorial Super-Úmido) de acordo com a classificação de Köppen. A temperatura média mínima é de 23°C e a máxima é de 38°C. A precipitação pluviométrica anual é de 2.500 mm, distribuída basicamente, entre os meses de janeiro a julho. O relevo do município é constituído por: Serra do Iratapuru, Planície de Terra e área de Igapó. As áreas inundáveis ocupam aproximadamente 1.157,84 km² (AMAPÁ, 2007).

Os solos, em sua grande maioria pertencem à ordem dos Latossolos e apresentam baixa fertilidade natural, em relevo suave ondulado e presença de planície inundável. A fisiografia do município destaca a contribuição das bacias hidrográficas dos rios Jari, Cajari, Tambaqui, Ariramba, Ajuruxi, Maracá-Pucu, Mazagão, Rio Preto e Vila Nova.

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

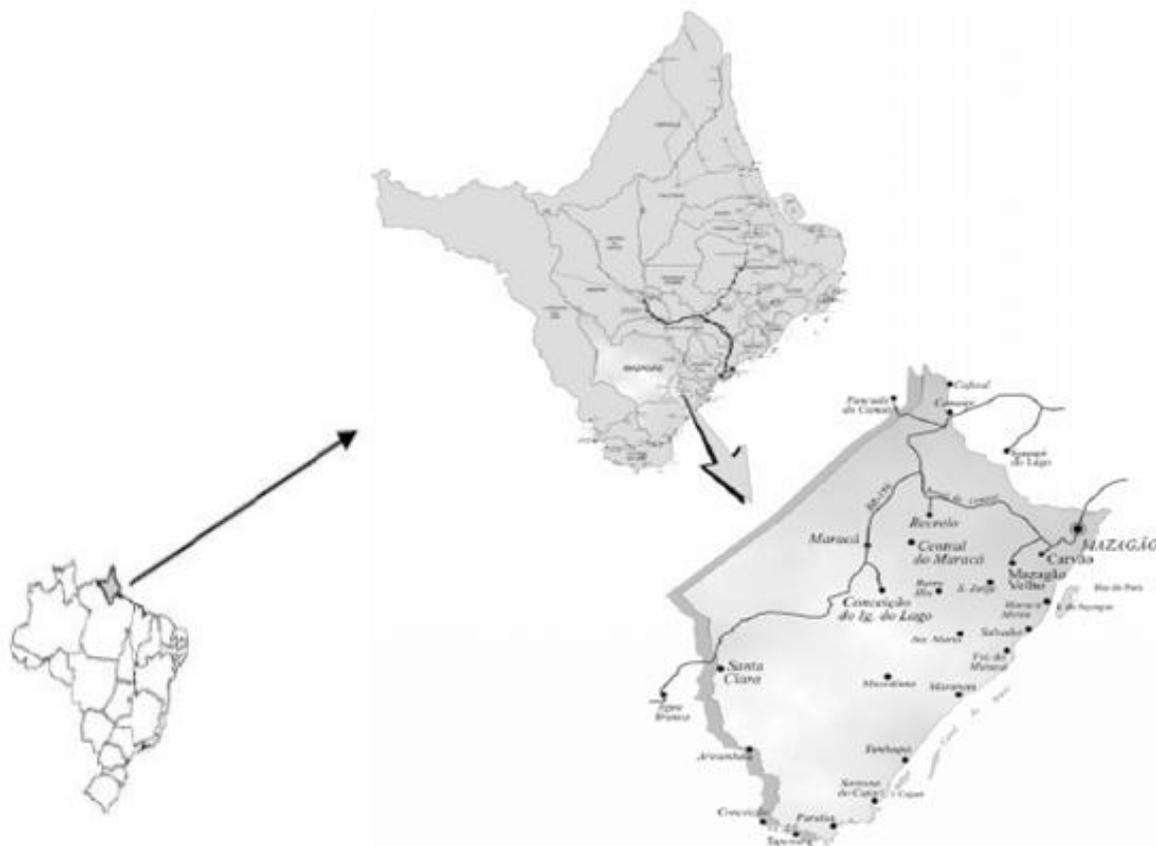


Figura 1: Localização do município de Mazagão no Estado do Amapá. (Fonte: ZEE/AP, 2005).

4.2 ENSAIO DE CALAGEM

Foi realizado um experimento em condição de campo, no campo experimental de Mazagão da Embrapa Amapá, nos anos de 2012, 2013 e 2014 (Precipitação média anual 2.500 mm, solo de textura franco-argiloarenosa com 27% de argila, pH em água 4,9; matéria orgânica $19,65 \text{ g kg}^{-1}$, P $2,0 \text{ mg dm}^{-3}$, K $0,13 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, Ca+Mg $1,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, Al^{+3} $1,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, H+Al $5,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, soma de bases $1,33 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, capacidade de troca de cátion – CTC = $6,33 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). A calagem foi realizada em abril no primeiro ano do experimento. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de seis doses de calcário, sendo o T1 dose zero (Saturação de bases atual do solo); T2- 280 (V = 25%); T3 – 2020 (V = 50%); T4- 3760 (V = 75%); T5- 5490 (V = 100%) e T6-7230 kg ha^{-1} (V = 125%). Utilizou-se calcário Filler com Poder Relativo de Neutralização Total – PRNT = 91%. O plantio foi realizado em junho aos 60 dias após a calagem (DAC).

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

A adubação foi realizada anualmente, sendo que as parcelas experimentais receberam $120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ na forma de superfosfato simples (SFS - 18% de P_2O_5), 25 kg ha^{-1} de fertilizante FTEBR12, no plantio, e 80 kg ha^{-1} de K_2O na forma de cloreto de potássio (KCl – 60%), sendo 50% no plantio e 50% em cobertura 25 dias após plantio (DAP). As parcelas experimentais de $4,5 \times 10 \text{ m}$ foram compostas de 9 linhas de plantio em espaçamento de 0,5 m entre linhas (**Figura 2**). As parcelas experimentais foram demarcadas no primeiro ano de plantio e mantidas para os anos seguintes, onde foi utilizado a mesma casualização.

Foram semeadas cinco sementes por metro linear da variedade Tumucumaque. O experimento foi colhido em agosto aos 60 DAP, considerando as 5 linhas centrais descartando 1 metro em cada borda, como área útil.



Fonte: Wardsson Lustrino Borges

Figura 2: Vista geral das parcelas do experimento de calagem no campo experimental de Mazagão.

4.3 ENSAIO DE ADUBAÇÃO

Foi realizado um experimento em condição de campo, no campo experimental de Mazagão da Embrapa Amapá, nos anos de 2012, 2013 e 2014 (Precipitação média anual 2.500 mm , solo de textura franco-argiloarenosa com 27% de argila; pH em água 5,0; matéria orgânica $13,62 \text{ g kg}^{-1}$; P $4,0 \text{ mg dm}^{-3}$; K $0,05 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$;

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

Ca+Mg 0,7 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Al^{+3} 1,2 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; H+Al 4,6 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; soma de bases 0,75 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, capacidade de troca de cátion – CTC = 5,35 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$).

Inicialmente o solo foi corrigido, em área total, com a aplicação de 2700 kg ha^{-1} de calcário para elevação da saturação por bases (V%) para 60%. O plantio foi realizado sessenta dias após a calagem (DAC), utilizando-se delineamento de blocos ao acaso com três repetições e 16 tratamentos, em esquema fatorial 4 x 4. Foi realizada a adubação apenas no primeiro ano de experimento. Os tratamentos consistiram da combinação das doses 0, 40, 80 e 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 na forma de superfosfato triplo (SFT- 41% P_2O_5), aplicado no plantio; e 0, 35, 70 e 105 kg ha^{-1} de K_2O na forma de cloreto de potássio – KCl, sendo que 35 kg foram aplicados nos plantios e o restante, para os tratamentos com as doses 70 e 105 kg, em cobertura aos 25 DAP. As parcelas experimentais receberam 25 kg ha^{-1} de fertilizante FTEBR12. As parcelas com dimensões de 3,15 x 5 m, foram compostas de seis linhas de plantio, de 5 metros de comprimento e espaçamento de 0,5 m entre linhas, com 5 sementes por metro linear da variedade Tumucumaque (**Figura 3**). Os experimentos foram colhidos aos sessenta dias após o plantio (DAP), considerando as quatro linhas centrais descartando 0,5 m em cada borda, como área útil.



Fonte: Wardsson Lustrino Borges

Figura 3: Detalhe de plantas e vagens verdes de feijão-caupi no experimento de adubação no campo experimental de Mazagão.

4.4 AVALIAÇÕES

Foram avaliados em todos os experimentos o número e a massa de vagens por planta, o número e a massa de grãos por planta, obtidos a partir de cinco (5) plantas por parcela; a produtividade (kg ha^{-1}), considerando a produção das plantas da área útil em metro linear e, o valor de pH, os teores de Al^{3+} , Ca+Mg e Saturação por bases, para os experimentos de calagem e os teores de P e K para os experimentos de adubação, obtidos após a colheita dos experimentos em cada ano. As avaliações do solo após colheita buscou identificar o efeito residual dos tratamentos aplicados. Os dados foram submetidos às análises de variância e análise de regressão. Utilizou-se o programa estatístico Sisvar.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 AVALIAÇÃO DAS DIFERENTES DOSES DE CALCÁRIO

Não houve efeito significativo das diferentes doses de calcário aplicado ao solo sobre o número de vagens por planta, massa de vagens por planta, número de grãos por planta, massa de grãos por planta e produtividade de grãos de feijão-caupi nos anos de 2012, 2013 e 2014 (**Tabelas 1, 2 e 3**), exceto para produtividade no ano de 2014, com aplicação da dose de 280 kg ha⁻¹ apresentou 1570,75 kg ha⁻¹, fato este que acarretou um decréscimo na produção do feijão-caupi (**Figura 4**). O feijão-caupi é considerado uma cultura rústica capaz de produzir, embora com baixa produtividade, em solos com pH baixo e presença de Al, sendo pouco demandante em calcário. Desta maneira, a correção do solo beneficiaria as culturas visando que o sistema radicular possa explorar maior profundidade em solo, favorecendo à eficiência na absorção de água e nutrientes para o seu desenvolvimento (NOLLA, 2004). De acordo com Sousa et al., (2007), os efeitos nocivos da acidez do solo, sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas cultivadas, podem variar entre espécies e entre variedades ou cultivares, dentro da mesma espécie. Segundo Melo & Cardoso (2000) embora o feijão-caupi seja uma cultura tolerante à acidez, a saturação por Al do complexo de troca não deve ultrapassar os 20%, para obtenção de bons rendimentos produtivos. A rusticidade da cultura, o período chuvoso e o curto intervalo de tempo entre a calagem e o plantio também podem ter contribuído para a ausência de resposta do caupi às diferentes doses de calcário, nos dois primeiros anos.

Por outro lado, as crescentes doses de calcário promoveram melhorias significativas na qualidade química do solo. Observou-se redução significativa do teor de Al, aumento significativo no valor de pH, teores de Ca+Mg e nos valores de soma de bases em 2012 e 2013. Segundo Cravo et al., (2012) é possível observar com a aplicação das diferentes doses de calcário, aumento no teor de cálcio e na produtividade do feijão-caupi. No ano de 2014 o efeito foi não significativo (**Tabelas 1, 2 e 3**). O poder tampão do solo, capacidade de resistência a mudanças, pode explicar a ausência de efeito significativo em 2014, sendo este um dos fatores do

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

solo de natureza química que podem ter contribuído para este efeito e, por outro lado, ter ocasionado redução na produtividade do feijão-caupi. Ademais, outro fator que pode ter contribuído para a baixa produtividade do feijão-caupi, são os baixos valores de pH encontrados no solo que comprometem a fertilidade, visto que nestas condições, o ambiente de desenvolvimento das culturas apresenta desequilíbrio na disponibilidade de nutrientes para as plantas.

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

Tabela 1: Resposta do feijão-caupi e efeitos no solo cultivado sob diferentes doses de calcário, no ano de 2012.

| Dose de calcário | Nº de vagens planta ⁻¹ | Massa(g) de vagens planta ⁻¹ | Nº de grãos planta ⁻¹ | Massa(g) de grãos planta ⁻¹ | pH H ₂ O | Al cmol _c dm ⁻³ | Ca+Mg cmol _c dm ⁻³ | V (%) |
|------------------|-----------------------------------|---|----------------------------------|--|---------------------|---------------------------------------|--|---------------------|
| 0 | 5,20 | 12,71 | 44,75 | 9,46 | 4,47 | 1,50 | 1,45 | 18,75 |
| 280 | 4,40 | 11,79 | 39,70 | 9,05 | 4,47 | 1,42 | 2,10 | 25,25 |
| 2020 | 4,90 | 12,05 | 43,70 | 9,02 | 4,70 | 0,92 | 2,10 | 28,00 |
| 3760 | 5,55 | 14,72 | 51,55 | 10,93 | 4,67 | 1,30 | 2,05 | 26,75 |
| 5490 | 4,95 | 12,06 | 41,65 | 8,74 | 4,87 | 0,67 | 3,12 | 36,00 |
| 7230 | 4,90 | 13,73 | 45,95 | 10,51 | 4,80 | 0,92 | 3,10 | 35,75 |
| CV (%) | 30,13 | 31,30 | 32,42 | 33,07 | 2,75 | 23,76 | 30,34 | 24,52 |
| Equação | | | | | Y= 4,51+0,000051 x | Y=1,39-0,000085 x | Y= 1,68+0,000203 x | Y= 21,94+0,002067 x |
| R ² | ns | ns | ns | ns | 81,37* | 56,17* | 79,35* | 82,27* |

ns – Não significativo; * Significativo

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

Tabela 2: Resposta do feijão-caupi e efeitos no solo cultivado sob diferentes doses de calcário, no ano de 2013.

| Dose de calcário | Nº de vagens planta ⁻¹ | Massa(g) de vagens planta ⁻¹ | Nº de grãos planta ⁻¹ | Massa(g) de grãos planta ⁻¹ | pH H ₂ O | Al cmol _c dm ⁻³ | Ca+Mg cmol _c dm ⁻³ | V (%) |
|------------------|-----------------------------------|---|----------------------------------|--|---------------------|---------------------------------------|--|--------------------|
| 0 | 7,45 | 19,11 | 70,20 | 15,04 | 4,67 | 1,05 | 0,80 | 11,75 |
| 280 | 8,85 | 24,12 | 90,00 | 18,92 | 4,62 | 1,42 | 0,62 | 9,00 |
| 2020 | 9,80 | 25,94 | 94,85 | 20,54 | 4,65 | 1,15 | 1,02 | 17,50 |
| 3760 | 9,75 | 27,57 | 99,55 | 23,16 | 4,70 | 1,17 | 0,97 | 15,50 |
| 5490 | 9,70 | 25,59 | 90,05 | 19,68 | 4,85 | 0,95 | 1,52 | 20,75 |
| 7230 | 10,40 | 28,21 | 107,25 | 21,98 | 4,85 | 0,83 | 1,60 | 24,00 |
| CV (%) | 28,57 | 31,14 | 30,67 | 32,98 | 2,16 | 17,54 | 31,12 | 31,79 |
| Equação | | | | | Y= 4,62+0,000031x | Y= 1,26-0,000053 x | Y= 0,69+0,000128 x | Y=10,79+0,001796 x |
| R ² | ns | ns | ns | ns | 82,67 * | 56,01 * | 89,00 ** | 87,16 * |

ns – Não significativo; * Significativo

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

Tabela 3: Resposta do feijão-caupi e efeitos no solo cultivado sob diferentes doses de calcário, no ano de 2014.

| Dose de calcário | Nº de vagens planta ⁻¹ | Massa(g) de vagens planta ⁻¹ | Nº de grãos planta ⁻¹ | Massa(g) de grãos planta ⁻¹ | pH H ₂ O | Al cmol _c dm ⁻³ | Ca+Mg cmol _c dm ⁻³ | V (%) |
|------------------|-----------------------------------|---|----------------------------------|--|---------------------|---------------------------------------|--|-------|
| 0 | 14,70 | 39,01 | 146,30 | 28,93 | 4,60 | 1,60 | 0,80 | 12,75 |
| 280 | 13,80 | 36,02 | 136,60 | 30,79 | 4,60 | 1,67 | 0,70 | 11,25 |
| 2020 | 14,25 | 40,96 | 133,25 | 29,70 | 4,60 | 1,57 | 0,82 | 14,50 |
| 3760 | 14,95 | 38,79 | 149,70 | 29,78 | 4,62 | 1,67 | 0,75 | 12,50 |
| 5490 | 13,95 | 43,99 | 141,60 | 32,39 | 4,67 | 1,55 | 0,87 | 14,50 |
| 7230 | 14,05 | 39,53 | 148,90 | 30,63 | 4,75 | 1,42 | 1,00 | 16,00 |
| CV (%) | 20,75 | 29,22 | 20,15 | 21,73 | 2,47 | 15,36 | 20,28 | 25,00 |
| | Ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |

ns – Não significativo; * Significativo

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

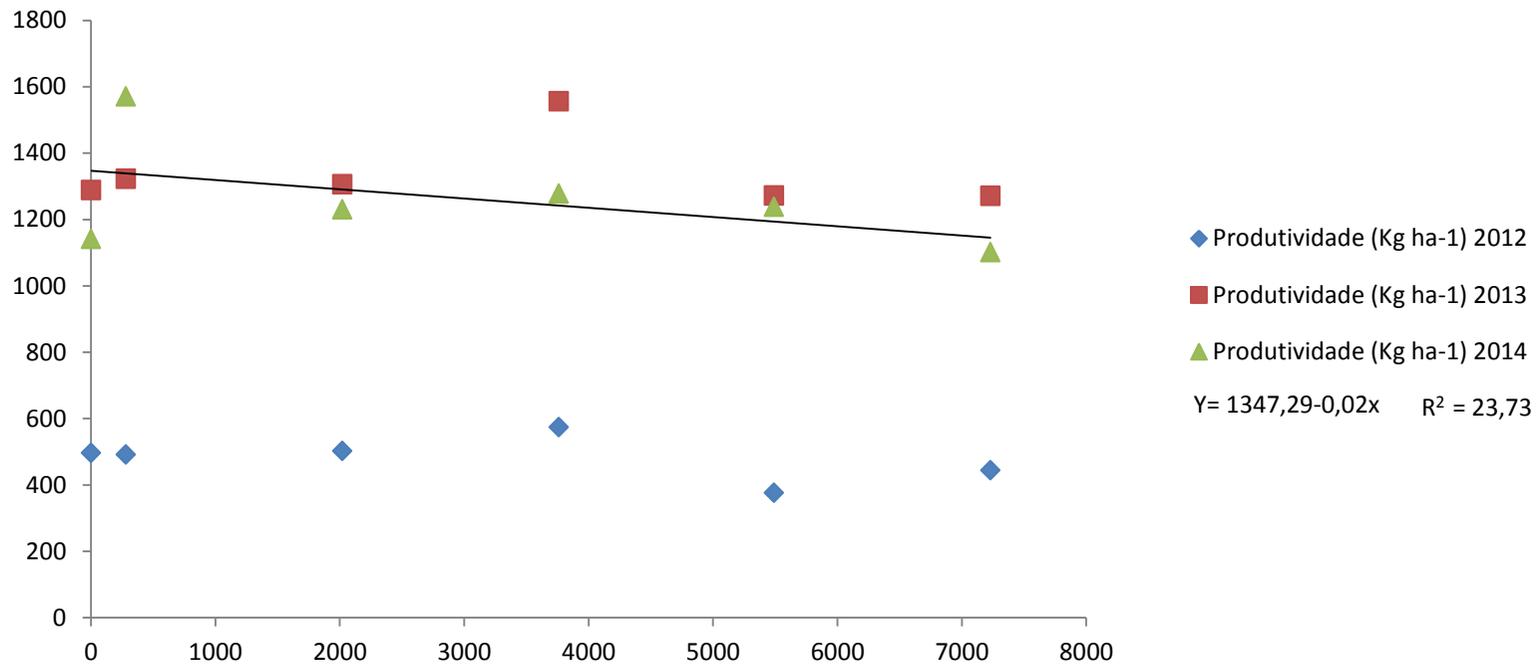


Figura 4: Produtividade (kg ha^{-1}) de feijão-caupi cultivado em 2012 (não significativo), 2013 (não significativo) e 2014 (significativo) sob diferentes doses de calcário.

5.2 AVALIAÇÃO DAS DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO E POTÁSSIO

Não houve efeito significativo das diferentes doses de K aplicado ao solo sobre o número de vagem por planta, massa de vagem por planta, número de grãos por planta, massa de grãos por planta e produtividade em kg ha^{-1} feijão-caupi. A ausência de resposta do caupi a diferentes doses de K já foi observada por outros autores (MELO et al., 1996). Segundo Melo et al., (2005) o potássio é um dos nutrientes mais extraído e exportado pelo caupi, embora, raramente se observam respostas significativas a aplicação de potássio. Embora, o potássio encontrado seja pouco disponível no solo, é evidente a capacidade que tem em propiciar melhorias nas plantas.

Pôde-se observar aumento significativo das diferentes doses de P aplicado no solo sobre o número de vagem por planta, massa de vagem por planta, o número de grãos por planta; massa de grãos por planta nos anos de 2012, 2013 e 2014 (**Tabelas 4, 5 e 6**) e produtividade nos anos de 2012, 2013 e 2014 para o feijão-caupi (**Figura 5**). Modelos de regressão linear foram ajustados para as variáveis nos três anos.

Têm sido constatadas respostas expressivas a adubação fosfatada nos mais diversos tipos de solos onde o feijão-caupi é cultivado (GOEDERT & SOUSA, 1986). Neste estudo, a utilização de 80 kg ha^{-1} de P proporcionou aumento de 72% no número de grãos por planta; 81% na massa de grãos por planta e de 153% na produtividade do feijão-caupi em relação ao tratamento dose zero de fósforo, no primeiro ano de plantio. Pesquisa realizada por Alves et al., (2001) e Silva et al., (2010) revelaram alto potencial de resposta à adubação fosfatada na cultura do feijão-caupi.

A deficiência de fósforo é a principal limitação da fertilidade do solo para o cultivo do feijão-caupi na região amazônica. De fato, diversos trabalhos têm mostrado haver resposta significativa à aplicação de fósforo para muitas das variedades de feijão-caupi recomendadas (UCHÔA et al., 2009).

Notou-se que com a aplicação da dose de 80 kg ha^{-1} de P obteve-se maior produtividade nos anos de 2013 e 2014, em relação ao ano de 2012 que ocorreu com a aplicação da dose de 120 kg ha^{-1} (**Figura 5**). Observou-se maior produção

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

das variáveis número e massa de vagem por planta com a aplicação da dose 120 kg ha⁻¹ apresentou 9,03 grãos e 24,17g no ano de 2014 em relação aos anos anteriores (**Tabela 6**).

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

Tabela 4: Resposta do feijão-caupi cultivado sob diferentes doses de fósforo, no ano de 2012.

| Dose de Fósforo (kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅) | Número de vagem planta ⁻¹ | Massa (g) de vagem planta ⁻¹ | Nº de grãos planta ⁻¹ | Massa (g) de grãos planta ⁻¹ |
|--|--------------------------------------|---|----------------------------------|---|
| 0 | 4,36 | 9,02 | 34,72 | 6,83 |
| 40 | 4,83 | 10,65 | 39,10 | 7,91 |
| 80 | 6,48 | 16,07 | 59,68 | 12,38 |
| 120 | 6,30 | 16,01 | 58,43 | 12,37 |
| Equação | Y= 4,38+0,02 x | Y= 8,98+0,07 x | Y= 34,22+0,23 x | Y= 6,71+0,05 x |
| CV (%) | 32,98 | 33,08 | 36,26 | 33,52 |
| R ² | 83,19 | 87,38 | 83,98 | 86,71 |
| | * | * | * | * |

ns – Não significativo; * Significativo

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

Tabela 5: Resposta do feijão-caupi cultivado sob diferentes doses de fósforo, no ano de 2013.

| Dose de Fósforo (kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅) | Número de vagem planta ⁻¹ | Massa (g) de vagem planta ⁻¹ | Nº de grãos planta ⁻¹ | Massa (g) de grãos planta ⁻¹ |
|--|--------------------------------------|---|----------------------------------|---|
| 0 | 7,06 | 16,15 | 62,20 | 12,35 |
| 40 | 11,86 | 29,17 | 110,80 | 22,23 |
| 80 | 11,01 | 28,05 | 108,72 | 21,43 |
| 120 | 10,88 | 28,01 | 107,85 | 21,56 |
| Equação | Y= 8,62+0,03 x | Y= 20,18+0,08 x | Y= 77,16+0,34 x | Y= 15,36+0,06 x |
| CV (%) | 27,64 | 27,68 | 28,14 | 27,49 |
| R ² | 40,92 | 52,25 | 54,92 | 54,23 |
| | ** | ** | ** | ** |

ns – Não significativo; * e ** Significativo

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

Tabela 6: Resposta do feijão-caupi cultivado sob diferentes doses de fósforo, no ano de 2014.

| Dose de Fósforo (kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅) | Número de vagem planta ⁻¹ | Massa (g) de vagem planta ⁻¹ | Nº de grãos planta ⁻¹ | Massa (g) de grãos planta ⁻¹ |
|--|--------------------------------------|---|----------------------------------|---|
| 0 | 6,05 | 14,74 | 52,85 | 11,23 |
| 40 | 7,53 | 18,46 | 69,45 | 14,18 |
| 80 | 6,38 | 17,01 | 62,66 | 13,24 |
| 120 | 9,03 | 24,17 | 90,71 | 18,89 |
| Equação | Y= 6,08+0,02 x | Y= 14,56+0,06 x | Y= 52,89+0,26 x | Y= 11,07+0,05 x |
| CV (%) | 21,42 | 19,66 | 20,03 | 19,51 |
| R ² | 55,80 | 74,29 | 73,83 | 76,83 |
| | ** | ** | ** | ** |

ns – Não significativo; * e ** Significativo

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

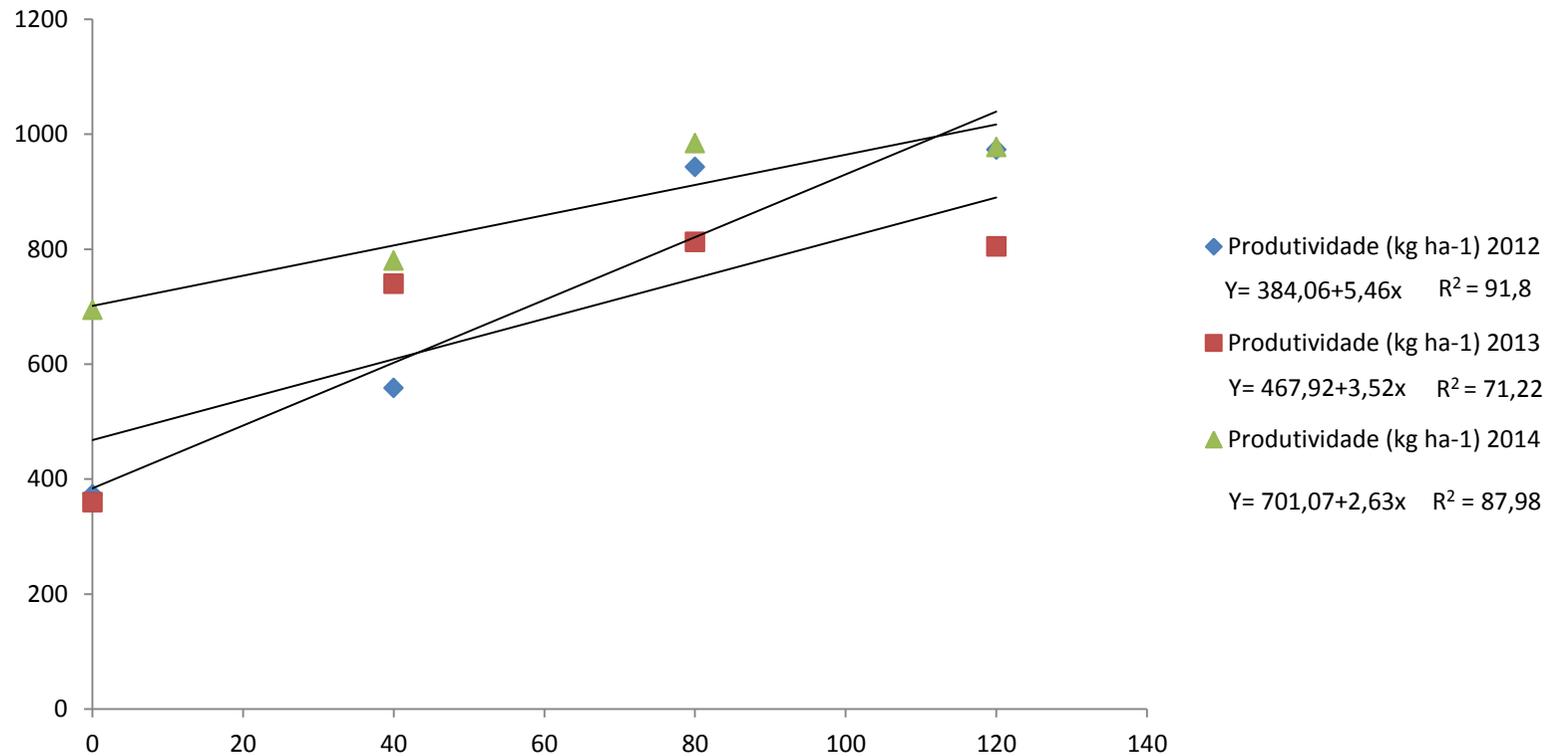


Figura 5: Produtividade (kg ha⁻¹) de feijão-caupi cultivado em 2012, 2013 e 2014 sob diferentes doses de fósforo.

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

Com relação aos teores residuais de P, observou-se efeito significativo da interação entre as doses de P e K, no ano de 2012, efeito não significativo em 2013 e efeito significativo das doses de P em 2014 (**Tabelas 7 e 8**). Este comportamento provavelmente ocorreu devido às diferenças nas quantidades extraídas de P pela cultura nos diferentes tratamentos.

Para os teores de K residual no solo houve efeito significativo das doses de K aplicadas, nos três anos avaliados, sendo que houve aumento do teor do elemento no solo com o aumento da dose aplicada (**Tabelas 8 e 9**). Observou-se que ocorreu um maior aumento com a aplicação das diferentes doses de K no primeiro ano, em relação aos anos posteriores.

Em solos pobres, o valor considerado crítico para o seu desenvolvimento normal é baixo, entre 20 e 40 kg ha⁻¹, o que pode produzir altas concentrações desse nutriente no tecido das plantas (MELO et al., 2005).

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

Tabela 7: Efeitos no solo (teores de P e K), após colheita do feijão-caupi, cultivado sob diferentes doses de P e K, nos anos de 2012.

| Dose de fósforo (kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅) | Dose de potássio (kg ha ⁻¹ K ₂ O) | | | |
|---|---|----------------|----------------|----------------|
| | 0 | 35 | 70 | 105 |
| 0 | 3,00 | 3,66 | 3,66 | 3,33 |
| 40 | 6,33 | 3,00 | 4,00 | 4,66 |
| 80 | 11,33 | 5,33 | 4,66 | 4,33 |
| 120 | 16,50 | 7,33 | 5,33 | 9,00 |
| | CV (%) = 26,31 | | | |
| Equação | Y= 2,46+0,11 x | Y= 2,83+0,03 x | Y= 3,56+0,01 x | Y= 2,83+0,04 x |
| R ² | 99,09 | 79,91 | 97,97 | 73,53 |
| | * | * | * | * |
| K | 0,08 | 0,10 | 0,12 | 0,14 |
| | CV (%) = 26,31 | | | |
| Equação | Y= 0,08+0,000529 x | | | |
| | R ² = 98,96 | | | |
| | * | | | |

ns – Não significativo; * Significativo

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

Tabela 8: Efeitos no solo (teores de P e K), após colheita do feijão-caupi, cultivado sob diferentes doses de P e K, nos anos de 2013 e 2014.

| Dose de fósforo (kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅) | P mg dm ⁻³ | | Dose de potássio (kg ha ⁻¹ K ₂ O) | K cmol _c dm ⁻³ | |
|---|-----------------------|----------------|--|--------------------------------------|--------------------|
| | 2013 | 2014 | | 2013 | 2014 |
| 0 | 3,16 | 3,33 | 0 | 0,02 | 0,0216 |
| 40 | 3,16 | 3,33 | 35 | 0,03 | 0,0325 |
| 80 | 3,58 | 3,83 | 70 | 0,04 | 0,0375 |
| 120 | 3,58 | 5,08 | 105 | 0,05 | 0,0575 |
| CV (%) | 43,34 | 36,61 | | 36,38 | 37,30 |
| Equação | | Y= 3,03+0,01 x | | Y= 0,02+0,000314 x | Y= 0,02+0,000321 x |
| R ² | Ns | 80,76 | R ² | 99,34 | 93,68 |
| | | * | | * | * |

ns – Não significativo; * Significativo

6 CONCLUSÃO

Observou-se efeito da aplicação de diferentes doses de fósforo sobre a produtividade de feijão-caupi cultivar Tumucumaque.

Foi possível observar que nos três anos de experimentos não houve efeito da aplicação de diferentes doses de calcário e de potássio sobre a produtividade de grãos de feijão-caupi cultivar Tumucumaque, exceto para calcário no terceiro ano.

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

REFERENCIAS

ALVES, J. M. A.; ALBUQUERQUE, J. DE A. A.; UCHÔA, S. C. P.; SILVA, A. J. DA, SILVA, L. C. DA; SANTOS, E. G. DOS. 2001. Componentes de produção de uma linhagem de feijão-caupi precoce consorciada com a mandioca no Lavrado de Roraima, p. 98-101. In: V Reunião Nacional de Pesquisa de Caupi. Teresina - PI.

AMAPÁ – GEA. **Características gerais do Amapá**. Disponível em: <<http://www.amapa.net/info/mostra.php?id=58>>. Acesso em: 30 mar. 2007.

AMARAL, A.S.; ANGHINONI, I. & DESCHAMPS, F.C. Resíduos de plantas de cobertura e mobilidade dos produtos da dissolução do calcário aplicado na superfície do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 28, p.115-123, 2004.

AZEVEDO, W. R.; FAQUIN, V.; FERNANDES, L. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. C. Disponibilidade de fósforo para o arroz inundado sob efeito residual de calcário, gesso e esterco de curral aplicado na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 995-1004, 2004.

CARVALHO, A. M. de.; FAGERIA, N. K.; OLIVEIRA, I. P. de.; KINJO, T. Resposta do feijoeiro à aplicação de fósforo em solos dos cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 19, p. 61-67. 1995.

CAVALCANTE, E. S.; GÓES, A. C. P. **O feijão-caupi no Amapá: recomendações básicas**. Macapá – Embrapa Amapá, 2011. 20p. Documentos, 71.

CRAVO, M.S.; SMYTH, T.J.; BRASIL, E.C. Calagem em Latossolo Amarelo Distrófico da Amazônia e sua influência em atributos químicos do solo e na produtividade de culturas anuais. **R. Bras. Ci.Solo**, 36:895-907, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA – EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2. ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.

ESSINGTON, M. E. **Soil and water chemistry: a interactive approach**. 1 ed. New York: Taylor & Francis, 2005. 534p.

FAGERIA, N. K. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, 2001a.

FAGERIA, N. K. Calibração de análise de fósforo para arroz em casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 579-586, 1990.

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

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

FREIRE, F. M.; OLIVEIRA, L. A.; FRANÇA, G. E.; COUTO, L.; ALVES, U. M. C. Efeito de relação fósforo água na nutrição de milho em Areia Quartzosa. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22. Recife, 1998. **Resumos**. Recife: IPA/EMBRAPA 1998, p.143.

GAMA, J. R. F. N.; CARVALHO, E. J. M.; RODRIGUES, T. E. & VALENTE, M. A. Solos do Estado do Pará. In: CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M. & BRASIL, E. C., eds. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará**. Belém, Embrapa Amazônia Oriental, 2007. p.19-29.

GOEDERT, W. J., SOUSA, D. M. G. de, LOBATO, E. Fósforo. In: GOEDERT, W. J. **Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Brasília EMBRAPA/CPAC, 1986. p.129-166.

KAMINSKI, J. et al. Depleção de formas de potássio do solo afetada por cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, p. 1003-1010, 2007.

MEDA, A. R.; PAVAN, M. A.; MIYAZAWA, M.; CASSIOLATO, M. E. Plantas invasoras para a melhorar a eficiência da calagem na correção da acidez subsuperficial do solo. **R. Bras. Ci. Solo**. v. 26, p.647-654, 2002.

MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; SALVIANO, A. A. C. Fertilidade do solo e adubação. In: _____. **Feijão-Caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Meio-norte, 2005. p. 228-242.

MELO, F. B. & CARDOSO, M. J. Fertilidade, correção e adubação do solo. In: CARDOSO, M.J., ed. **A cultura do feijão-caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina, Embrapa Meio-Norte, 2000. p.91-103, (Circular Técnica, 28)

MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; ATHAYDE SOBRINHO, C. Efeitos de níveis de potássio na produção de matéria seca de feijão-caupi. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 22., Manaus, 1996. Anais. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. p.312-313.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; MORAES, L. A. C. Eficiência de fontes de fósforo na alfafa centrosena cultivada em Latossolo Amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 10, p. 1459-1466, 2002.

NOLLA, A. Correção da acidez do solo com silicatos. In: SIMPÓSIO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA. 3.,Uberlândia, 2004. Palestras. Uberlândia, GPSi/ICIAG/UFU, 2004. CD-ROM.

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

OLIVEIRA, E.L.; PARRA, M.S. & COSTA, A. Resposta da cultura do milho, em um Latossolo Vermelho-Escuro álico, à calagem. **R. Bras. Ci. Solo.** v.21, p.65-70, 2001.

PARRY, M. M. et al. Macronutrientes em caupi cultivado sob duas doses de fósforo em diferentes épocas de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.12, n.3, p. 236-242. Campina Grande: UAEAg/UFCG, 2008.

PASTORINI, L. H.; BACARIN, M. A.; LOPES, N. F.; LIMA, M. G. S. Crescimento inicial de feijoeiro submetido a diferentes doses de fósforo em solução nutritiva. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 47, n. 270, p. 219-228, 2000.

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas. Instituto Agrônômico, 2000. 111p.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba : Ceres, 1991. 343 p.

RAVAZZI, P. A. **Teste biológico para detectar barreira química em amostras de subsolos ácidos**. 2009. 69f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônômico – IAC, Campinas.

SALDANHA, E. C. M.; ROCHA, A. T.; OLIVEIRA, E. C. A.; NASCIMENTO, C. W. A.; FREIRE, F. J. Uso do gesso mineral em latossolo cultivado com cana de açúcar. **Caatinga** v.20, n.1, p. 36-42. 2007.

SILVA, A. J.; UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A.; LIMA, A. C. S.; SANTOS, C. S. D.; OLIVEIRA, J. M. F.; MELO, V. F. Resposta do feijão-caupi à doses e formas de aplicação de fósforo em latossolo Amarelo do Estado de Roraima. **Acta Amazônica**, Manaus, v.40, n.1, p. 31-36, 2010.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N. & OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B. & NEVES, J. C. L., eds. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. p.205-274.

SOUZA, R. F. de. Dinâmica de fósforo em solos sob influência da calagem e adubação orgânica, cultivados com feijoeiro. . 2005. 141 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A.; CRAVO, M. da S.; SILVA, A. J. da; MELO, V. F. de; FERREIRA, G. B.; FERREIRA, M. M. M. Fertilidade do solo. In: ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. (Orgs.) A cultura do feijão-caupi na Amazônia brasileira. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009. p.131-183.

FERREIRA, S. B. Resposta do feijão-caupi à adubação e calagem em latossolo no Amapá

VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. de; SILVA, J. E. da. Adubação potássica. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Eds.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.169-183.8