



Revista Caatinga

ISSN: 0100-316X

caatinga@ufersa.edu.br

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Brasil

ARAÚJO DA SILVA, JANDIÊ; PEREIRA DE OLIVEIRA, ADEMAR; FARIAS DE MOURA, MÁCIO;  
ARAÚJO DA SILVA, JULIETE; DE MOURA ARAÚJO, MARIA APARECIDA  
EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO FOSFATADA EM TRÊS CULTIVOS SUCESSIVOS COM  
FEIJÃO - CAUPI

Revista Caatinga, vol. 27, núm. 4, outubro-diciembre, 2014, pp. 31-38  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Mossoró, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237132753005>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO FOSFATADA EM TRÊS CULTIVOS SUCESSIVOS COM FEIJÃO-CAUPI<sup>1</sup>

JANDIÊ ARAÚJO DA SILVA<sup>2\*</sup>, ADEMAR PEREIRA DE OLIVEIRA<sup>3</sup>, MÁCIO FARIAS DE MOURA<sup>4</sup>, JULIETE ARAÚJO DA SILVA<sup>3</sup>, MARIA APARECIDA DE MOURA ARAÚJO<sup>2</sup>

**RESUMO** - Objetivou-se com este trabalho fornecer doses de  $P_2O_5$  ao solo, e avaliar em três cultivos sucessivos de feijão-caupi a concentração de fósforo (P) no solo e foliar, em Neossolo Regolítico. O experimento foi conduzido a campo, no município de Areia-PB no período de janeiro a dezembro de 2007, no delineamento experimental de blocos casualizados com seis tratamentos (0; 100; 200; 300; 400 e 500  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ ) e quatro repetições. No primeiro cultivo foram avaliadas as variáveis de produção (grãos verdes por planta (PGVP), Produtividade de vagens (PV) e grãos secos (PGS) em função dos tratamentos supracitados, e nos dois últimos cultivos, as mesmas variáveis de produção em função do resíduo de fósforo no solo. O teor de fósforo após o primeiro cultivo (49,53  $mg\ dm^{-3}$ ), correspondendo a um resíduo de (38,33  $mg\ dm^{-3}$ ) foi superior àquele inicialmente no solo (11,2  $mg\ dm^{-3}$ ) antes do primeiro cultivo. Para o P-foliar os maiores valores foram verificados no primeiro cultivo. Já o terceiro cultivo, apresentou-se como aquele de menor concentração de P nas folhas, de 1,56  $g\ kg^{-1}$ . A dose de 280  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  proporcionou resíduo de P no solo suficiente para a produção máxima de grãos verdes por planta de 252 g, no segundo cultivo. As produtividades máximas estimadas de vagens, 6,3 e 7,3  $t\ ha^{-1}$  no primeiro e no segundo cultivo, foram obtidas com a dose de 172,5  $kg$  de  $P_2O_5\ ha^{-1}$  e do resíduo no solo da dose de 400  $kg$  de  $P_2O_5$  do primeiro cultivo, respectivamente.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*. Resíduo de P. Rendimento.

## RESIDUAL EFFECT OF PHOSPHATE FERTILIZATION IN THREE SUCCESSIVE CULTIVATIONS WITH COWPEA-BEANS<sup>1</sup>

**ABSTRACT** - This study aims to provide doses of  $P_2O_5$  rates in Regolithic Neossoil, and evaluate the phosphorus waste (P) in the soil and leaf content in three successive cowpea-beans crops. The experiment was carried out at field conditions, in Areia city – PB, in the period January to December 2007 in a randomized block with six treatments (0, 100, 200, 300, 400 and 500  $kg\ ha^{-1}$   $P_2O_5$ ) and four replications. The first crop production variables (green beans per plant (PGVP), productivity of pods (PV) and dry beans (PGS) as a function of the above treatments, and in the last two harvests, the same variables in the production function were evaluated residual phosphorus in the soil. Phosphorus content after the first crop (49.53  $mg\ dm^{-3}$ ), corresponding to a residue (38.33  $mg\ dm^{-3}$ ) was higher initially to that in soil (11.2  $mg\ dm^{-3}$ ) before the first crop. Foliar-P for the highest values were observed for the first crop. Already the third crop, introduced himself as one of lower concentration of P in the leaves, 1.56  $g\ kg^{-1}$ . The dose of 280  $kg\ ha^{-1}$   $P_2O_5$  gave residue in P sufficient for the maximum production of green beans per plant of 252 g, the second crop soil's estimated maximum yield of pods, 6.3 to 7.3  $t\ ha^{-1}$  at the first and second crops were obtained with the dose  $P_2O_5$  172.5  $kg\ ha^{-1}$  and soil residue dose of 400  $kg$  of first crop  $P_2O_5$ , respectively.

**Keywords:** *Vigna unguiculata*. Phosphorus waste. yield.

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 21/08/2012; aceito em 21/08/2014.

Dissertação do Programa de Pós Graduação em Agronomia do primeiro autor.

<sup>2</sup>UFRR-EAGRO – Professor da Escola Agrotécnica da UFRR, CEP 69300-000, Boa Vista, RR. Fone: (95) 8404-2092, jandie.araujo@ufr.br; mambiologia@yahoo.com.br.

<sup>3</sup>Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Fitotecnia/Pós-Graduação em Agronomia, 58397-000, Caixa Postal-02, Areia-PB, ademar@cca.ufpb.br.

<sup>4</sup>UFRPE - Unidade Acadêmica de Garanhuns; Av. Bom Pastor, Bairro Boa vista, Garanhuns-PE. CEP: 55292-270, maciof@yahoo.com.br.

## INTRODUÇÃO

O feijão-caupi é uma cultura de importante destaque na economia nordestina do Brasil e de amplo significado social, constituindo-se na principal fonte protéica e energética das populações mais carentes da região. É cultivado, sobretudo nas regiões Norte (55,8 mil hectares) e Nordeste (1,2 milhão de hectare), principalmente para a produção de grãos secos ou verdes, visando o consumo humano *in natura*, na forma de conserva ou desidratado (TEÓFILO et al., 2008; SILVA, 2009).

No Estado da Paraíba, o feijão-caupi exerce efetiva participação na dieta alimentar, por constituir-se excelente fonte de proteínas e carboidratos de baixo custo. Embora considerada cultura tropical com ampla adaptação aos mais diversos ambientes, o feijão-caupi ainda apresenta baixa produtividade média (300 kg ha<sup>-1</sup>), decorrente possivelmente, do baixo nível tecnológico na atividade, associado ao uso de cultivares tradicionais com baixo potencial produtivo (XAVIER et al., 2006; LEITE et al., 2009).

Em geral, os solos brasileiros são ácidos e de baixa fertilidade natural, principalmente em nitrogênio e fósforo que têm limitado o rendimento das culturas (SOUZA et al., 2009). Contudo, em grande parte da região nordeste, os solos podem ser naturalmente férteis ou se tornarem férteis através do manejo adequado. Para tal, é necessário se conhecer e quantificar a variação das propriedades químicas, uma vez que os mesmos, por serem sistemas dinâmicos e abertos, estão em constantes modificações, constituindo assim corpos heterogêneos (SILVA; CHAVES, 2001; SOUZA et al., 2008).

Como macronutrientes essenciais às plantas, o fósforo é um elemento de baixa solubilidade e mobilidade no solo, encontrando-se principalmente na forma de ortofosfato derivado do ácido fosfórico. Seu suprimento para as raízes é efetuado principalmente pelo processo de difusão, o qual depende principalmente da interação com suas partículas, da umidade do solo e da superfície radicular (COSTA, 2007). As plantas absorvem o P da solução do solo nas formas de íons H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> e HPO<sub>4</sub>, dependendo do valor do pH, e após a absorção, apresentam grande capacidade em acumular esse fosfato.

O fósforo é um dos principais componentes de diversas moléculas orgânicas, como coenzimas, açúcares-fosfato, ácidos nucleicos, nucleotídeos e a adenosina trifosfato, o ATP, atuando, também no controle de reações enzimáticas. Imediatamente após sua absorção pelas raízes das plantas, no interior das células, o fósforo é transformado ou mantido como fosfato, ocorrendo principalmente como H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, na forma orgânica ou inorgânica (COSTA, 2007).

O adubo fosfatado adicionado ao solo, além do efeito imediato sobre a cultura que se segue à adubação, pode ter um efeito residual nos cultivos

subsequentes. Além do tipo de cultura, vários fatores podem afetar o efeito residual dos adubos fosfatados, tais como: doses e fontes de P, método de aplicação, óxidos de Fe e Al, manejo, temperatura, tipo de solo e umidade do solo. O efeito residual do fósforo tem sido avaliado por diversos autores sobre a produção, rendimento de matéria seca e conteúdo de P das culturas subsequentes (ALMEIDA et al., 2003).

Por falta de conhecimento ou até mesmo de recomendações de adubações para a cultura do feijão-caupi, os agricultores geralmente em sua maioria aplicam quantidades muito maiores de P no solo do que as plantas retiram, favorecendo a fixação aos colóides e o acúmulo no solo. Desta forma, reduz a eficiência do aproveitamento dos adubos aplicados e a fração de nutrientes suprida pelo solo para o crescimento vegetativo e reprodutivo das plantas (LAVIOLA; DIAS, 2008).

Objetivou-se com este trabalho fornecer doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ao solo, e avaliar em três cultivos sucessivos de feijão-caupi a concentração de fósforo (P) no solo e foliar, em Neossolo Regolítico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em campo aberto da área experimental da Universidade Federal da Paraíba em Areia-PB, entre os meses de janeiro a dezembro de 2007, em Neossolo Regolítico, Psamítico típico (EMBRAPA, 2006), com textura-arenosa e relevo local suave ondulado com (latitude 6°58'12''s, longitude 35°45'15''w e uma Altitude de 575m). De acordo com a classificação climática de Gaussem, o bioclima predominante na área é o 3<sup>o</sup>dt nordestino sub-seco, com precipitação pluviométrica média anual de 1400 mm. Pela classificação de Kopper, o clima é o tipo As<sup>o</sup> (Brasil, 1972), o qual se caracteriza como quente e úmido, com chuvas de outono-inverno. A temperatura média oscila entre 21 e 26°C, com variações mensais mínimas e vegetação Florestas Subcaducifólica e Caducifólica, próprias das áreas agrestes. As condições climáticas da região no período da realização do trabalho estão apresentadas na tabela 1.

Por ocasião da instalação do experimento, o solo apresentava os seguintes atributos de fertilidade e granulometria: pH (H<sub>2</sub>O) = 6,2; P = 11,2 mg dm<sup>-3</sup>; K = 0,11 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Na<sup>+</sup> = 0,12 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 5,80 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,70 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 0,74 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB = 6,83 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 7,57 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; areia total = 841,5 g kg<sup>-1</sup>; silte = 88 g kg<sup>-1</sup>; argila = 70,5 g kg<sup>-1</sup> e densidade do solo 1,37 Mg dm<sup>-3</sup>. As características químicas do esterco bovino aplicado apenas no primeiro cultivo foram: matéria orgânica (g dm<sup>-3</sup>) = 22,07; nitrogênio (g dm<sup>-3</sup>) = 7,20; carbono (g dm<sup>-3</sup>) = 105,85; Relação C/N = 14,70; P (mg dm<sup>-3</sup>) = 3,60; K (g kg<sup>-1</sup>) = 4,10.

**Tabela 1.** Dados climáticos do período de condução do experimento.

Meses	Temperatura			Precipitação mm	Umidade Relativa %
	Max	Min	Média		
		<sup>o</sup> C	1 <sup>o</sup> cultivo		
Janeiro	30,6	20,8	24,2	53,7	90
Fevereiro	30,2	21,4	24,6	45,2	88
Março	31,1	21,5	24,8	25,7	89
Abril	28,9	21,2	24,1	57,1	92
2 <sup>o</sup> cultivo					
Maio	26,4	20,4	22,8	246,5	94
Junho	23,6	19,6	21,2	342,7	95
Julho	24,1	18,5	20,6	90,7	91
Agosto	23,9	18,2	20,7	233	95
3 <sup>o</sup> cultivo					
Setembro	25,9	18,6	21,3	35,7	93
Outubro	27,9	19,2	22,3	10,2	89
Novembro	29,4	19,8	23,2	6,5	91
Dezembro	29,1	20,3	23,4	53,7	89

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com seis tratamentos (0, 100, 200, 300, 400 e 500 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) em quatro repetições. Apenas no primeiro cultivo foram aplicadas as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ao solo e nos dois últimos cultivos, avaliados os resíduos de P no solo, proveniente das doses de superfosfato simples. Ao término de cada cultivo foram coletadas dez sub-amostras de solo nas covas de plantio por parcela e repetições, dos respectivos tratamentos, em seguida formou-se uma amostra composta e foi encaminhada ao Laboratório de Análises Físicas e Químicas e Fertilidade de Solo do DSER – CCA – UFPB para análise de P residual no solo através do método de extração P resina.

Cada parcela apresentava uma área de 19 m<sup>2</sup>, composta de 60 plantas, sendo avaliadas as linhas centrais, totalizando 40 plantas úteis. Para testar o efeito dos tratamentos usou-se o feijão-caupi, variedade IPA-6, com hábito de crescimento semiprostrado e ciclo precoce, entre 60 e 70 dias após a semeadura.

No primeiro cultivo, além dos tratamentos com P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, foram aplicados aos oito dias de antecedência da semeadura: 10 t de esterco bovino bem curtido, 20 kg ha<sup>-1</sup> de N e K, respectivamente, sendo 50% aplicado no plantio e os outros 50% parcelados em duas aplicações aos 20 dias quando as plantas já apresentavam a terceira folha da haste principal na fase I e aos 40 dias iniciada com a diferenciação floral, fase II.

No segundo e no terceiro cultivo, repetiu-se a matéria orgânica e a dosagem de N e K<sub>2</sub>O e, reduziu-se o N pela metade. O esterco bovino e o K<sub>2</sub>O foram fornecidos em adubação de plantio e, o nitrogênio em adubação de cobertura, sendo empregado como fontes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O e N, o superfosfato simples, cloreto de potássio e o sulfato de amônio, respectivamente, aplicados nas mesmas fases do primeiro cultivo.

A área experimental foi preparada por meio de aração e gradagem seguido de coveamento. As semeaduras foram realizadas no dia 05 de janeiro, 10

de maio e 8 de setembro de 2007, para o primeiro, segundo e terceiro cultivo, respectivamente, distribuindo-se quatro sementes por cova no espaçamento de 0,80 x 0,40 m, com desbaste aos quinze dias após a semeadura, deixando apenas a planta mais vigorosa por cova. Realizaram-se os tratamentos culturais manuais recomendados para a cultura, com enxadas, mantendo-se a área livre de plantas invasoras. Nos períodos de ausência de chuvas foram efetuadas irrigações suplementares com microaspersão, procurando manter a cultura com disponibilidade de umidade suficiente para o seu desenvolvimento normal.

Por ocasião do pleno florescimento (35 dias após a emergência - DAE) fez-se a coleta de 60 folhas diagnósticas trifolioladas por tratamento para a determinação do teor foliar de P. A amostragem foi feita no terço mediano das plantas da área útil das parcelas. As amostras de folhas lavadas em água destilada e acondicionadas em sacos de papel, secas em estufa de circulação forçada de ar a 65<sup>o</sup> C, pesadas e moídas em moinho de facas: tipo croton. A determinação do P foi feita após digestão nitro-perclórica do tecido vegetal (TEDESCO, 1995).

As colheitas foram realizadas manualmente, sempre que as vagens se apresentavam no ponto de maturação para feijão-verde. Embora o ponto de colheita ideal seja difícil de determinar no campo, neste caso foi levado em consideração o ponto de colheita quando as vagens começavam a mudar da cor verde para a amarela. As vagens foram colhidas a intervalo de três dias, durante o período de 50 a 65 DAP. A colheita de vagens secas ocorreu quando o grão seco apresentava-se com uma estimativa de umidade de 11%, em colheita realizada aos 70 DAP. Em seguida, as vagens foram transportadas para o galpão para avaliação das características de produção de grãos verdes por planta, produtividade de vagens e produtividade de grãos secos.

A produção de grãos verdes por planta foram obtidos pela pesagem de todos os grãos verdes, divididas pelo número de plantas. A produtividade de vagens foi determinada pela pesagem de todas as

vagens colhidas e a de grãos verdes e secos, pela pesagem dos grãos após a debulha das vagens verdes e secas, respectivamente, sendo os dados transformados para tonelada por hectare.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Procedeu-se também a análise de regressão polinomial para os tratamentos de  $P_2O_5$ , sendo, selecionado o modelo de maior valor significativo pelo teste t, para o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Para as análises das características avaliadas utilizou-se um sistema computadorizado, “software” Saeg (2000).

**Tabela 2.** Teores de P no solo e no tecido foliar de feijão-caupi, obtido pelo o método de extração P resina.

CULTIVOS	P no Solo ( $mg\ dm^{-3}$ )	P-foliar ( $g\ kg^{-1}$ )
1	49,53a	4,43a
2	45,20 b	4,33 a
3	36,09 b	1,56 b

Média seguida de mesma letra na coluna não difere a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O teor de fósforo após o primeiro cultivo ( $49,53\ mg\ dm^{-3}$ ), correspondendo a um resíduo de ( $38,33\ mg\ dm^{-3}$ ) foi superior àquele inicialmente no solo ( $11,2\ mg\ dm^{-3}$ ) antes do primeiro cultivo, o que pode explicar os melhores resultados para as características de produção de feijão-caupi verificados no segundo cultivo. Também esse aumento demonstra que o solo com teor de fósforo acima de  $11,2\ mg\ dm^{-3}$ , não é necessário o fornecimento deste nutriente no cultivo de feijão-caupi, quando se tem como objetivo a produção de vagens e grãos verdes. Contudo, quando o objetivo é a produção de grãos secos, solo com  $45,20\ mg\ dm^{-3}$  de P é dispensável o fornecimento deste nutriente, isso porque a produtividade de grãos secos no terceiro cultivo foi superior à média nacional de  $300\ kg\ ha^{-1}$  (LEITE et al., 2009).

Para o P-foliar os maiores valores foram verificados no primeiro cultivo. Já o terceiro cultivo, apresentou-se como aquele de menor concentração de P nas folhas, de  $1,56\ g\ kg^{-1}$  (Tabela 1). Provavelmente, a razão dessas reduções foi em consequência da maior absorção pelo feijão-caupi, em função dos maiores teores de P no solo por ocasião do primeiro e do segundo cultivo,  $41$  e  $49\ mg\ dm^{-3}$ , respectivamente.

Possivelmente, os altos teores de P-foliar no primeiro e no segundo cultivo explicam os melhores resultados para as características de produção obtidas nesses cultivos. Também se pode observar que, com uma concentração de P foliar com até ( $1,56\ g\ kg^{-1}$ ) é possível obter produtividades satisfatórias de grãos secos como foi verificado no terceiro cultivo. O baixo teor de P-foliar nesse cultivo, possivelmente ocorreu em função do efeito diluição, decorrente de um maior crescimento vegetativo, não acompanhado de uma absorção suficiente do nutriente.

Os teores de P-foliar verificados no primeiro e no segundo cultivo encontram-se não muito distantes dos valores registrados ( $3$  a  $4\ g\ kg^{-1}$ ) por Malavol-

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o primeiro cultivo foi observado o maior valor para o P-residual, o qual foi superior estatisticamente aos resíduos obtidos após o segundo e terceiro cultivo (Tabela 2). Esses resultados podem indicar que possivelmente o fósforo aplicado no solo foi adsorvido aos colóides com maior intensidade no primeiro cultivo, em consequência do seu alto poder de fixação, tornando-se disponível ao feijão-caupi nos cultivos seguintes.

ta (2002), para plantas herbáceas adequadamente supridas com fósforo. Também, o fato da concentração de fósforo nas folhas não seguir o comportamento dos modelos das funções obtidos para as características de produção pode ser atribuído ao fato de que possivelmente, durante o florescimento, uma considerável quantidade desse nutriente foi translocado das folhas e hastes para a formação das vagens, isso porque, esse nutriente apresenta alta mobilidade na planta Mengel e Kirkby, (2001), e acumula-se nas sementes e frutos durante o período de seu desenvolvimento.

Os rendimentos de vagens verdes, de grãos verdes e secos no feijão-caupi, foram influenciados de forma significativa pelos cultivos sucessivos e pelas doses de  $P_2O_5$  aplicadas ao solo, porém, houve interação do fósforo versus cultivo apenas para a produção de grãos verdes e produtividade de vagens. Para a produção de grãos verdes por planta, houve efeito quadrático no primeiro e no segundo cultivo, já para a produtividade de vagens houve efeito quadrático no primeiro e no segundo e linear no terceiro cultivo; e houve efeito linear para produção de grãos secos no segundo cultivo (Tabela 1).

Através de estimativas das derivações das equações de regressão, foi obtido na dose de  $272\ kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  produções máximas de  $164\ g$  de grãos verdes por planta no primeiro cultivo; e com o resíduo no solo da dose de  $279\ kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  do primeiro cultivo, obteve-se produções máximas  $252\ g$  de grãos verdes por planta no segundo cultivo. No terceiro cultivo a produção de grãos verdes por planta foi de  $79\ g$ , em função do resíduo de P no solo das doses de  $P_2O_5$  do primeiro cultivo (Figura 1).

As produtividades máximas estimadas de vagens,  $6,3$  e  $7,3\ t\ ha^{-1}$  no primeiro e no segundo cultivo, calculadas pelas derivações das equações de regressão descrita na figura 2, foram obtidas com a dose de  $172,5\ kg$  de  $P_2O_5$  e do resíduo no solo da

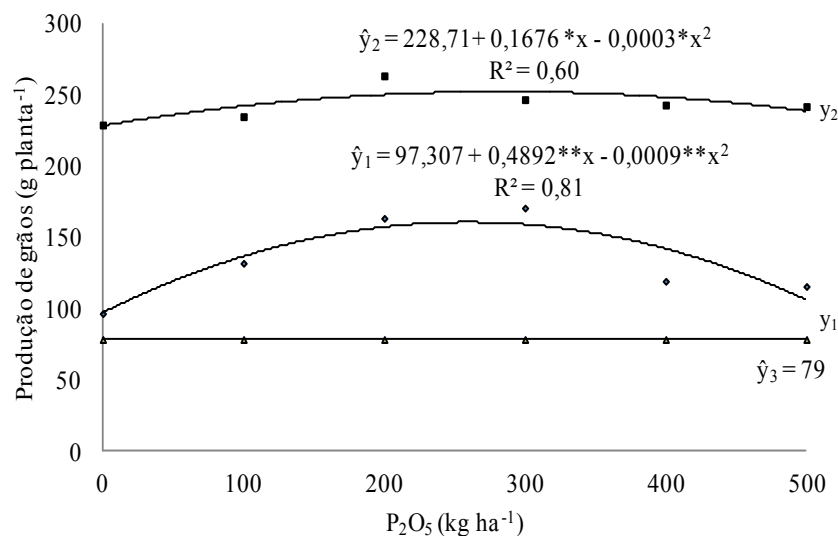
dose de 400 kg de  $P_2O_5$  do primeiro cultivo, respectivamente. No terceiro cultivo, foi obtida produção média de 3,3 t  $ha^{-1}$  de vagens, em função do resíduo

no solo das doses de  $P_2O_5$  do primeiro e segundo cultivo.

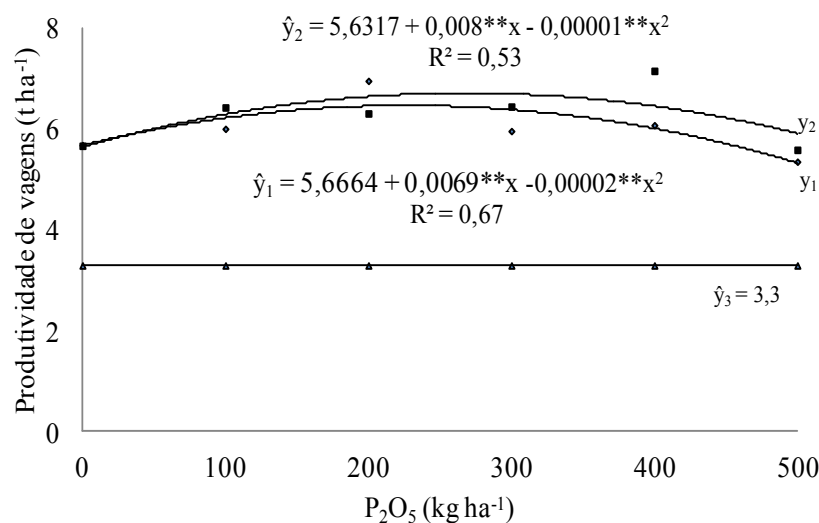
**Tabela 3.** Resumo das análises de variância e de regressão de produção de grãos verdes por planta (PGVP), Produtividade de vagens (PV) e grãos secos (PGS) de feijão-caupi, em três cultivos sucessivos adubado com doses de  $P_2O_5$  e de resíduo de P no solo.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios		
		PGVP	PV	PGS
Bloco	3	452,218 <sup>ns</sup>	1,648 <sup>**</sup>	1,322 <sup>ns</sup>
Cultivos	2	169456,6 <sup>**</sup>	64,666 <sup>**</sup>	2,617 <sup>**</sup>
$P_2O_5$	5	2472,75 <sup>ns</sup>	1,554 <sup>*</sup>	0,991 <sup>*</sup>
Cultivo x $P_2O_5$	10	955,936 <sup>*</sup>	1,084 <sup>**</sup>	0,185 <sup>ns</sup>
Resíduo	51	453,45	0,273	0,275

\*significativo ( $p < 0.05$ ); \*\* significativo ( $p < 0,01$ ); <sup>ns</sup> não significativo pelo teste F.



**Figura 1.** Produção de grãos verde por planta de feijão-caupi no primeiro ( $y_1$ ), segundo ( $y_2$ ) e terceiro ( $y_3$ ) cultivo, adubado com doses de  $P_2O_5$  e de resíduo de P no solo.



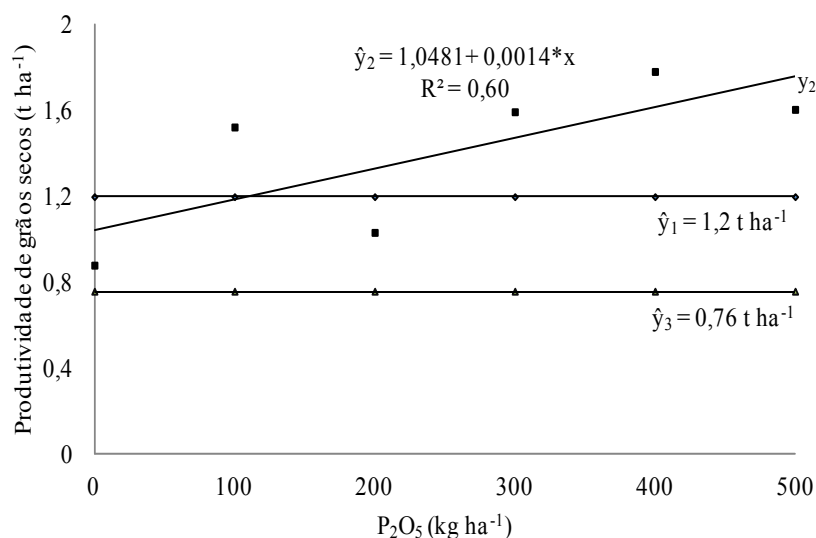
**Figura 2.** Produtividade de vagens verdes de feijão-caupi no primeiro ( $y_1$ ), segundo ( $y_2$ ) e terceiro ( $y_3$ ) cultivo, adubado com doses de  $P_2O_5$  e de resíduo de P no solo.

No segundo cultivo houve incrementos de 1,3 e 4,0 t ha<sup>-1</sup> de vagens, em relação ao primeiro e ao terceiro cultivo, correspondendo a um aumento de 18% e 55%, respectivamente. Esses resultados demonstraram que para a obtenção da produtividade máxima de vagens em um único cultivo, será necessário o emprego de 172,5 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Contudo, com um resíduo de 131,5 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, pode se obter resultados satisfatórios no feijão-caupi, indicando que quando ele é adubado com P, o resíduo deste nutriente no solo pode proporcionar boas produtividades de vagens.

A influência do P reside no aumento do número de vagens e massa de grãos, principais determi-

nantes da produtividade. Contudo, dentre os componentes da produção, o número de vagens por unidade de área é o que mais contribui para o aumento da produtividade do feijão (ZUCARELI et al., 2006).

Para produtividade de grãos secos, no segundo cultivo ocorreu um aumento linear com a elevação de doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, fornecidas inicialmente com produtividade máxima de 1,8 t ha<sup>-1</sup>, na dose de 500 kg ha<sup>-1</sup> do primeiro cultivo. No primeiro cultivo, as médias não se ajustaram a modelos de regressão, obtendo-se produtividade média de 1,2 t ha<sup>-1</sup> devido ao emprego de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e de 0,76 t ha<sup>-1</sup> no terceiro cultivo, ocasionada pelo resíduo de P no solo dessa mesma dose (Figura 3).



**Figura 3.** Produtividade de grãos secos de feijão-caupi no primeiro, segundo e terceiro cultivo, adubado com doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e de resíduo de P no solo.

A média nacional para a produtividade de grãos secos no feijão-caupi é de 300 kg ha<sup>-1</sup>, conforme Leite et al., (2009). Portanto, todas as produtividades obtidas, independentes do cultivo superaram essa média, e se aproximaram das produtividades de cultivares encontradas por Teixeira et al. (2010), o que pode indicar que o feijão-caupi responde ao emprego de fósforo e que seu resíduo pode ser aproveitado em cultivos seguintes, com destaque para o segundo cultivo, o qual foi superior em 0,8 e 1,2 t ha<sup>-1</sup>, em relação ao primeiro e ao terceiro cultivo, respectivamente.

Em Areia – PB, Oliveira et al. (2002), encontraram resultados satisfatórios para produtividades de grãos secos em feijão-caupi (1,8 t ha<sup>-1</sup>), quando utilizou 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e Oliveira et al. (2004) estudando efeitos da adubação fosfatada na produção de grãos secos de feijão-fava, obtiveram produções máximas de 2,7 t ha<sup>-1</sup> na dose de 302 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

De acordo com Prado et al. (2001), quando o fósforo é aplicado na cova de plantio, a sua adsorção é minimizada e ao mesmo tempo, o contido do adubo com as raízes das plantas de feijão-caupi é au-

mentado, estimulando o desenvolvimento radicular, aumentando a formação dos primórdios das partes reprodutivas, proporcionando maior rendimento de grãos por quilo de nutriente aplicado, na dose de máxima eficiência econômica. Portanto, é provável que durante o crescimento e desenvolvimento das plantas, a dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> responsável pela máxima produção juntamente com os nutrientes adicionados ao solo, a exemplo do esterco bovino supriu de forma equilibrada as necessidades nutricionais do feijão-caupi.

Possivelmente, o esterco fornecido nos cultivos sucessivos como descritos na metodologia (10 t ha<sup>-1</sup> em cada cultivo) contribuíram para o aumento de P no solo, pois segundo Artur et al. (2007), o esterco bovino curtido apresenta 2,1 g P kg<sup>-1</sup>, o que representaria uma aplicação de 21 kg de P, ou seja, cerca de 49 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, contribuindo para o aumento de produção do feijão caupi.

As produtividades de vagens, grãos verdes e secos, foram maiores no segundo cultivo. Isto pode ser explicado pelo fato de que quando se aplica P no solo frequentemente, mais de 90% é adsorvido na

primeira hora de contato com o mesmo (NOVAIS; SMYTH, 1999). Isso explica o fenômeno de no primeiro ciclo, o aproveitamento pelas culturas ao fornecimento de fósforo, ser na ordem de 5 a 20%. Contudo, possivelmente nas condições do presente trabalho, o percentual de adsorção inicial de P no solo, não prejudicou a sua disponibilidade para o feijão-caupi, uma vez que as diferenças entre as produtividades de vagens, grãos verdes e secos foram baixas entre o primeiro e o segundo cultivo.

O fato dos melhores resultados para as características de produção de vagens e de grãos no feijão-caupi nos dois primeiros cultivos, provavelmente deva-se a forma como o fósforo se apresentou nos diferentes cultivos, ocorrendo maior disponibilidade de P na solução do solo, permitindo as plantas maior absorção desse elemento nesses cultivos, induzido pelo suprimento inicial de P no solo 11,2 mg dm<sup>3</sup>, aliado ao adicionamento das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Como o experimento foi conduzido em solo arenoso, provavelmente a menor quantidade de cargas negativas, presente nesse tipo de solo resultou em menor adsorção de P, e consequentemente, maior disponibilidade de P lábil.

## CONCLUSÃO

Em solo adubado com fósforo apenas no primeiro cultivo, é possível prolongar os efeitos da adubação fosfatada e obter resultados satisfatórios na produtividade de vagens e de grãos verdes de feijão-caupi até o terceiro cultivo sucessivo.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. A. TORRENT, J-BARRÓN. Cor de solo, Formas de Fósforo e Adsorção de Fosfatos em Latossolos Desenvolvidos de Basalto do Extremo-Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 985-1002, 2003.

ARTUR, A. G. et al. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Campina Grande, v. 42, n. 6, p. 843-850, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório reconhecimento de solos do estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: MA/SUDENE, 1972. 669 p. (Boletim Técnico, 15).

COSTA, A.S.V. da. **O fósforo no sistema solo-planta**. Governador Valadares: Univale, 2007. 63 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 2006. 412 p.

HINSINGER, P. Biology availability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. **Plant and Soil**, v. 237, p. 173 -195, 2001.

LAVIOLA, B. G.; DIAS, L. A. dos S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão manso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1969-1975, 2008.

LEITE, L. F. C. et al. Nodulação e produtividade de grãos do feijão-caupi em resposta ao molibdênio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 492-497, 2009.

MALAVOLTA, E. **Micronutrientes para algodão e soja**. Piracicaba: SENA: USP, 2002. 21 p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. **Principles of plant nutrition**. 5.ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849 p.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. 399 p.

OLIVEIRA, A. P. et al. Produção de feijão-fava em função do uso de doses de fósforo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 543-546, 2004.

OLIVEIRA, A. P. et al. Avaliação de linhagens e cultivares de feijão-caupi, em Areia, PB. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 180-182, 2002.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; ROQUE, C. G. Resposta da cultura do milho a modos de aplicação e doses de fósforo, em adubação de manutenção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p.83-90, 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). **Sistema para análise estatística**, versão 8.0 (SAEG). Viçosa: UFV, 2000.

SILVA, K. J. D. e. **Estatística da produção de feijão-caupi**. 2009. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=34241>>. Acesso em: 03 mar. 2010.

SILVA, P. C. M.; CHAVES, L. H. G. Avaliação e variabilidade espacial de fósforo, potássio e matéria orgânica em Alissolos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 3, p. 431-436, 2001.

SOUZA, G. S. et al. Variabilidade espacial de atributos químicos em um Argissolo sob pastagem. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 4, p. 589 -596, 2008.



SOUZA, K. S. et al. Avaliação dos componentes de produção da mamoneira em função de doses de calcário e fósforo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 116-122, 2009.

TEDESCO, M. J. et al. Análise de solo, plantas e outras matérias. **Boletim Técnico**, Porto Alegre, n. 5, 173 p, 1995.

TEIXEIRA, I. R. Desempenho agronômico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 300-307, 2010.

TEÓFILO, E. M. et al. Potencial fisiológicos de sementes de feijão caupi produzidas em duas regiões do estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 3, p. 443-448, 2008.

XAVIER, G. R. et al. Especificidade simbiótica entre rizóbios e acessos de feijão-caupi de diferentes nacionalidades. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 1, p. 25-33, 2006.

ZUCARELLI, C. et al. Adubação fosfatada, componentes de produção, produtividade e qualidade fisiológica em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 09-15, 2006.