



**ADUBAÇÃO FOSFATADA E INOCULAÇÃO COM MICROORGANISMOS
SOLUBILIZADORES DE FOSFATO NA CULTURA DO ALHO**

2º Ano de Experimento

RAFAEL UMBELINO BENTO

ADUBAÇÃO FOSFATADA E INOCULAÇÃO COM MICROORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FOSFATO NA CULTURA DO ALHO 2º ANO DE EXPERIMENTO

RAFAEL UMBELINO –Graduando em Agronomia/UEG

Palavras-chaves: Microrganismo, Fosforo, eficiência.

Introdução

A espécie *Allium sativum L.*, comumente chamada como alho, é uma das hortaliças de maior relevância no mercado brasileiro e mundial, por ser bastante apreciada como condimento alimentar, principalmente devido ao aroma e sabor que confere aos alimentos, além de ser utilizada para fins terapêuticos.

A produção estimada para a safra 2014/15 está em 111,8 mil toneladas, indicando, portanto, um crescimento aproximado de 9,5%, se comparada às 102,1 toneladas colhidas na safra 2013/14, todo esse acréscimo da produção é atribuído inicialmente a um possível incremento de 9,2% nos níveis de produtividades onde o uso de tecnologia vem sendo incrementado nas principais regiões produtoras, cuja média prevista para o Brasil, na safra em curso, é de 11,7 mil kg ha⁻¹ (CONAB, 2015). Apesar da situação ser favorável, a produção brasileira ainda não é suficiente para suprir o mercado nacional, e, por isso, novas tecnologias estão em processo de desenvolvimento, especialmente as que visam o maior aproveitamento dos adubos utilizados, visando a maximização dos resultados.

De acordo com MARCUSSI et al., (2004), a nutrição mineral é um fator primordial na produção de olerícolas, responsável por elevar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos colhidos, exercendo funções no metabolismo vegetal, influenciando o crescimento e a produção das plantas. RESENDE & CECÍLIO FILHO (2009) ressaltam que o fornecimento adequado de nutrientes, em quantidade e qualidade, assume grande importância para a cultura do alho, visto que a maioria dos solos brasileiros, especialmente os da região centro-oeste, é de baixa fertilidade natural.

O fósforo é um macronutriente essencial para o metabolismo e desenvolvimento dos organismos, sendo responsável pela obtenção de altas produtividades quando encontrado em quantidades adequadas e disponíveis à planta (CEREZINI et al., 2009). Também é fator limitante para a produtividade das culturas, especialmente quando não disponibilizado em quantidade adequada e em forma disponível para a absorção das plantas, durante todo o seu ciclo produtivo. Tal fato se agrava ainda mais, devido à pobreza dos solos brasileiros em relação ao suprimento de P disponível, pelo fato do nutriente estar ligado a componentes orgânicos e inorgânicos

presentes no solo, tornando-o indisponível para absorção e utilização pelas plantas, inviabilizando o seu cultivo (ZUCARELI et al., 2011).

Como consequência desses fatos, nas adubações, é o fósforo o nutriente que entra em maiores proporções (COUTINHO et al., 1993). No Brasil, as aplicações de fósforo são realizadas em altas proporções na cultura do alho, principalmente por causa da fixação de grande parte dos fertilizantes fosfatados solúveis (BÜLL et al., 2004), que pode resultar em uma perda de aproximadamente 80% do volume da adubação realizada (ALVES et al., 2002).

Para promover a minimização da perda dos fertilizantes fosfatados utilizados nas culturas, especialmente na cultura do alho, algumas práticas vem ganhando uma atenção especial, entre elas se encontra a utilização de microrganismos solubilizadores de fosfatos, que, além de promover a solubilização do P, resultam em produção de aminoácidos, ácidos orgânicos, vitaminas e hormônios, beneficiando ainda mais a cultura em questão e também toda a atividade microbiana ali presente (Souchie et al., 2007; Barroso e Nahas, 2008; Chagas Jr et al., 2010).

Os microrganismos solubilizadores de fosfatos inorgânicos assumem importante papel no sistema de produção, por agir diretamente no suprimento de P disponível para as plantas. Por esse motivo essa tecnologia tem despertado a atenção de produtores rurais, para a utilização desses microrganismos como inoculante comercial ou no manejo de suas populações como alternativa para promover uma melhor utilização do P existente no solo ou do adicionado como fertilizante, minimizando gastos e maximizando resultados (SILVA FILHO e VIDOR, 2001).

Por esses motivos, o presente trabalho objetivou o estudo da utilização da adubação fosfatada na cultura do alho, realizando um comparativo entre diferentes doses de P na presença ou ausência de microrganismos solubilizadores de fosfatos, afim da obtenção da dose de P adequada para a cultura e a melhoria da relação custo/benefício com relação a adubação fosfatada devido ao aumento produtivo com uma menor dose de P utilizada por consequência da adição dos agentes solubilizadores.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de campo na fazenda experimental da Universidade Estadual de Goiás - Câmpus Ipameri, no período de 24/04/2015 à 13/08/2015.

Definida pelas seguintes coordenadas geográficas: 17°43'20" de latitude Sul e 48°09'44" de longitude Oeste e altitude de 800 m, com clima, segundo a classificação de Köppen, do tipo Aw, constando temperaturas elevadas com chuvas no verão e seca no inverno.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, em esquema fatorial 5x2 com quatro repetições. O primeiro fator consistiu na presença ou ausência de aplicação do biofertilizante (Bacsol + Orgasol), contendo estirpes de microorganismos rizosféricos; o segundo fator foram às doses de fósforo na adubação de plantio, de (0; 100; 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅). Utilizaram-se como fontes de P₂O₅ o termofosfato magnésiano (85 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e o superfosfato triplo para complementar as doses.

O ensaio foi implantado no ano agrícola de 2015, em condições de um solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2006). Foram coletadas amostras de solo em 20 pontos na camada de 0-20 cm para a obtenção de uma amostra composta e realização da análise química. Os resultados obtidos foram: teor de argila = 35 %; teor de silte = 10 %; teor de areia = 55 %; pH = 6,2; P = 2,3 mg dm⁻³; K = 74,0 mg dm⁻³; Al = 0 cmolc dm⁻³; Ca = 3,30 cmolc dm⁻³; Mg = 1,4 cmolc dm⁻³; H + Al = 1,7 cmolc dm⁻³; Co = 1,0 mg dm⁻³; Zn = 0,99 mg dm⁻³; B = 0,15 mg dm⁻³; Cu = 1,31 mg dm⁻³; Fe = 74,20 mg dm⁻³; Mn = 15,5 mg dm⁻³; CTC = 6,6 cmolc dm⁻³; V = 74,2%; M.O. = 1,7%.

As operações de preparo do solo foram uma subsolagem, duas gradagens, e o encanteiramento através de rotoencanteirador. A parcela experimental foi constituída por 5 linhas de 2 metros, considerando-se como área útil as três linhas centrais, descartando-se 0,5 m nas extremidades, perfazendo uma área de 0,8 m².

A adubação de base foi realizada no momento do encanteiramento, fornecendo 150 kg ha⁻¹ de N para todos os tratamentos. A adubação de cobertura foi realizada com 200 kg ha⁻¹ de N parcelada, sendo 30% aos 25 dias após transplântio (DAT), 35% aos 55 DAT, e, 35% aos 85 DAT.

O plantio dos bubilhos foi realizado na segunda quinzena do mês de maio, após passarem pelo período de vernalização (50 dias à 4°C), sendo utilizada a cultivar Ito LV (Livre de vírus), estes foram disposto em 5 linhas sob o canteiro com espaçamento de 0,2 metros entre linhas e 0,10 entre bulbilhos, obtendo uma população média de 416 mil plantas ha⁻¹.

Visando a prevenção e o controle de doenças como mancha-púrpura (*Alternaria porri* Ellis) e ferrugem (*Pucciniaallii castagne*), foram realizadas pulverizações semanais, alternando

fungicidas à base de Mancozeb 80%, Tebuconazole 20%, Tiofanato-Metílico 50%, Boscalid 50% e Oxicloreto de Cobre 84%. O controle de pragas, como tripses (*Thrips tabaci*) e ácaros (*Rhizoglyphus* spp., *Tyrophagus* spp.), foi efetuado mediante pulverizações, alternando inseticidas à base de Beta-cyfluthrin 5%, Clorfenapir 24% e Imidacloprido 70%. Tais aplicações foram realizadas com pulverizador costal, na vazão de 300 L ha⁻¹. O controle de plantas daninhas foi realizado de forma mecânica, com capinas manuais.

A irrigação do experimento foi realizada por aspersão, com turno de rega de dois dias aplicando-se lâminas de 12 mm, e foi suspensa quando houve precipitações equivalentes ou superiores à lâmina adotada. Aos 35 DAT, a irrigação foi suspensa por um período de 15 dias objetivando reduzir a incidência de superbrotamento (MACÊDO et al., 2006).

Durante a condução do experimento foram realizadas avaliações periódicas, sempre antes das adubações de cobertura (30 e 70 DAT), onde foram coletadas quatro plantas das linhas externas da área útil, sendo duas de cada linha, e, dessa maneira, foram analisadas:

Variáveis de crescimento

O número de folhas, diâmetro do caule (na base do pseudocaule), e altura de plantas (após a junção de todas as folhas na vertical). Folhas, raízes e caules foram destacados e colocados para secar em estufa a 72 °C até atingir massa seca constante e em seguida pesados separadamente em 5 plantas da área útil da parcela, por ocasião da colheita.

Produtividade total e comercial

Ao final do ciclo da cultura, foram avaliados na área útil da parcela (inclusive as plantas usadas para a determinação das variáveis de crescimento) a produção total e comercial de bulbos (bulbos livres de pragas, doenças e anormalidades), peso médio de bulbo, número médio de bulbilhos por bulbos.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, ao teste de Tukey para o efeito do uso ou não dos inoculantes, e de regressão para doses de fósforo, utilizando-se o programa de análise estatística SisVar v.4.2 (FERREIRA, 2003).

Resultados e Discussão

Para as variáveis de crescimento como; número de folha (folha/planta), altura de planta (cm), diâmetro do pseudocaule (mm) e massa seca de Planta (Kg/ha^{-1}) não foram estatisticamente influenciadas pela utilização do complexo (BACSOL + ORGASOL) e nem pela adubação fosfatada, apresentando médias de 6,31 e 6,71 folha/planta, 61,77 altura de planta, 9,67 diâmetro pseudocaule, respectivamente (**Tabela 1**).

Para a variável peso médio de bulbo houve significância apenas na dose de 0 Kg de P_2O_5 ha^{-1} isso quando inoculado, sendo que para os outros tratamentos não sofreram influencia diretas da inoculação (**Tabela 2**). Isso implica uma maior interação dos microorganismo principalmente na ausência da adubação fosfatada, tendo assim um melhor aproveitamento do fósforo disponível do solo.

Em relação à produtividade total e comercial, mediante as condições de condução do experimento, observamos resposta significativa para análise do desdobramento de inoculação dentro de cada nível de dose, onde a dose de 0, 200 e 400 Kg P_2O_5 ha^{-1} , apresentou uma significância estatística maior quando inoculado, isso implica uma maior interação dos microrganismos com a planta (**Tabela 2**).

Tais resultados expressaram comportamento linear para produtividade total com a utilização da inoculação (**Figura 1**), a dose de 400 kg de P_2O_5 ha^{-1} proporcionou a máxima produtividade estimada de 15169,55 kg ha^{-1} isso quando inoculado. Semelhantemente, a produtividade quando não inoculado ajustou-se de forma linear, proporcionando a máxima produtividade de 13096,22 kg ha^{-1} com a dose estimada de 400 kg de P_2O ha^{-1} .

Com isso, quando se compara o tratamento inoculado com o não inoculado, pode observa com a mesma dose de fósforo, a produtividade total quando inoculado foi 2073,33 Kg ha^{-1} superior a não inoculada, podendo assim observa que houve um aumento de 13,67% na produtividade total com a mesma dose de P.

Para produtividade comercial houve um ajuste linear quando inoculado, sendo que a dose de 400 kg de P_2O ha^{-1} proporcionou a produtividade máxima de 14834,25 Kg ha^{-1} . Com isso, quando se compara o tratamento inoculado com o não inoculado, pode observa um ajuste quadrático para a produtividade comercial onde a produtividade máxima estimada foi 12505,88 Kg ha^{-1} , com a dose de 347,05 kg de P_2O_5 ha^{-1} .

Com isso pode se concluir que a utilização de microrganismos solubilizadores de fosfatos tem papel importante quando se diz a respeito à utilização de fósforo na agricultura.

Tabela 1. Número médio de folha, diâmetro médio do pseudocaule, altura de planta e massa seca de planta, com ou sem a aplicação da inoculação de microorganismos solubilizadores de fosfatos.

Número de folha (folha/planta)					
Tratamento	Kg/ha⁻¹ de P₂O₅				
	0	100	200	300	400
Sem Inoc.	6,31 a	6,31 a	6,18 a	6,18 a	6,75 a
Com Inoc.	6,43 a	6,62 a	6,43 a	6,70 a	6,43 a
C.V. (%)	8,10				
Altura de planta (cm)					
Tratamento	Kg/ha⁻¹ de P₂O₅				
	0	100	200	300	400
Sem Inoc.	53,20 a	61,77 a	51,14 a	51,57 a	53,17 a
Com Inoc.	53,88 a	53,59 a	54,82 a	54,37 a	50,40 a
C.V. (%)	5,95				
Diâmetro do pseudocaule (mm)					
Tratamento	Kg/ha⁻¹ de P₂O₅				
	0	100	0	100	0
Sem Inoc.	9,78 a	9,67 a	9,78 a	9,67 a	9,78 a
Com Inoc.	9,95 a	9,36 a	9,95 a	9,36 a	9,95 a
C.V. (%)	8,58				
Massa seca de planta (Kg/ha ⁻¹)					
Tratamento	Kg/ha⁻¹ de P₂O₅				
	0	100	200	300	400
Sem Inoc.	774,97 a	644, 10 a	795,70 a	752,85 a	818,07 a
Com Inoc.	818,07 a	772,17 a	787,05 a	832,20 a	723,57 a
C.V. (%)	22,65				

C.V. = coeficiente de variação. Medias seguida por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Tabela 2. Número médio de bulbilhos por bulbo, peso médio de bulbo e produtividade comercial de alho, com ou sem a aplicação da inoculação de microorganismos solubilizadores de fosfatos.

Massa do bulbo (g/bulbo)					
Tratamento	Kg/ha⁻¹ de P₂O₅				
	0	100	200	300	400
Sem Inoc.	25,07 b	32,89 a	33,65 a	32,99 a	35,56 a
Com Inoc.	30,48 a	35,75 a	36,16 a	35,87 a	34,03 a
C.V. (%)	11,57				
Produtividade comercial (Kg/ha ⁻¹)					
Tratamento	Kg/ha⁻¹ de P₂O₅				
	0	100	200	300	400
Sem Inoc.	8779,95 b	11611,25 a	11581,25 b	12062,75 a	12681,75 b
Com Inoc.	10965,75 a	12465,00 a	13616,07 a	13166,50 a	14834,25 a
C.V. (%)	8,58				
Produtividade total (Kg/ha ⁻¹)					
Tratamento	Kg/ha⁻¹ de P₂O₅				
	0	100	200	300	400
Sem Inoc.	9350,35 b	11871,07 a	12016,60 b	12485,07 a	13096,22 b
Com Inoc.	11756,85 a	13001,15 a	14180,95 a	13750,62 a	15169,55 a
C.V. (%)	8,59				

C.V. = coeficiente de variação. Medias seguida por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

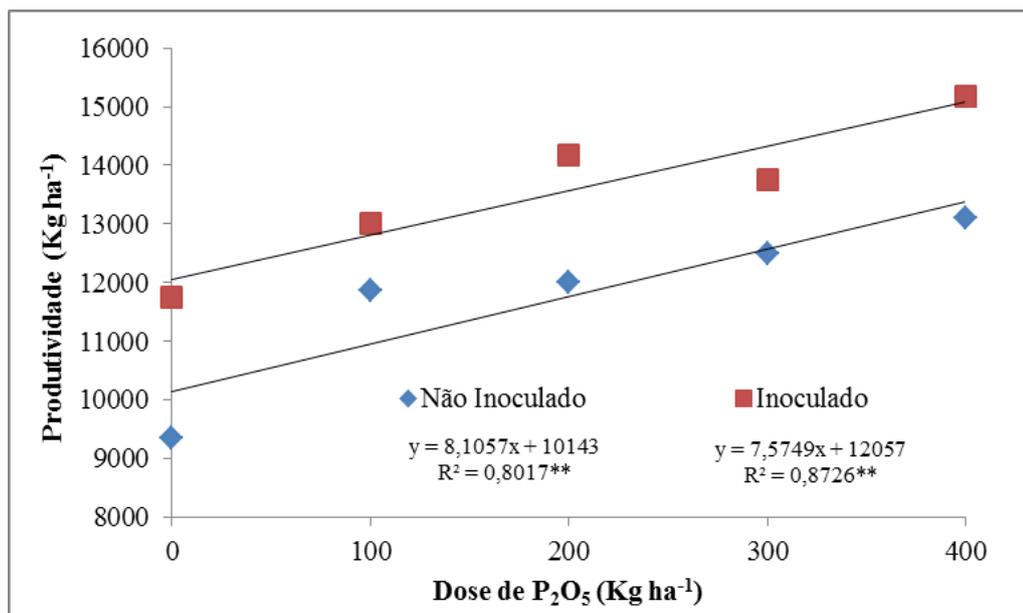


Figura 1. Produtividade total, em função da adubação fosfatada com ou sem a utilização da inoculação com microorganismos solubilizadores de fosfatos. Ipameri, 2015.

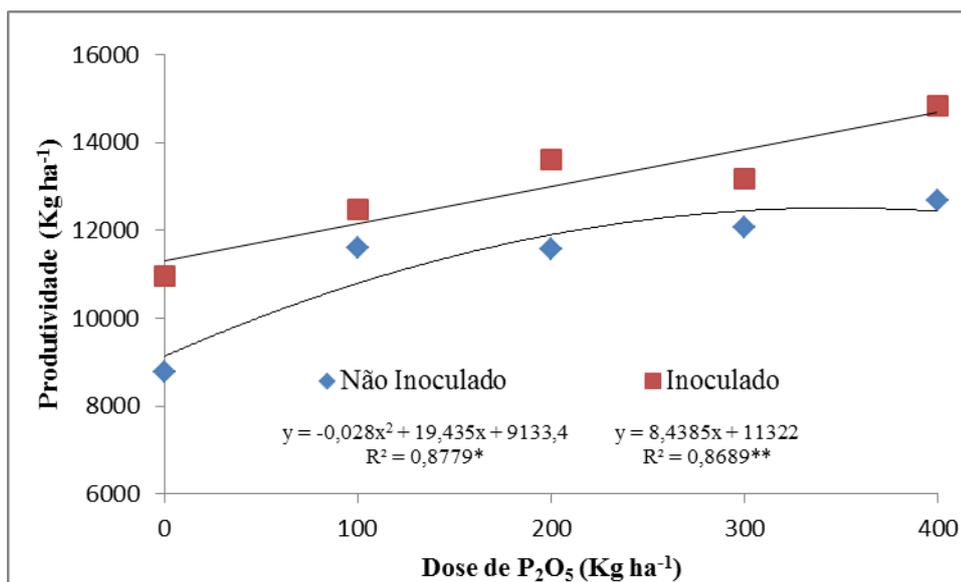


Figura 2. Produtividade comercial, em função da adubação fosfatada com ou sem a utilização da inoculação com microorganismos solubilizadores de fosfatos. Ipameri, 2015.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os benefícios da inoculação na produtividade total e comercial do alho se manifestaram principalmente nas doses de 0, 200 e 400 Kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Doses de fósforo mais elevadas que as necessárias podem estar sendo recomendadas ou utilizadas na cultura do alho.

Referência Bibliográfica

ALVES, L. et al., MICRORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FOSFATOS E O CRESCIMENTO DE PÍNUS E EUCALIPTO. In. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 26:939-947, 2002.

BÜLL L.T. et al. Doses and forms of application of phosphorus in vernalized garlic. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.61, n.5, p.516-521, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162004000500009>. Acesso em: 03 out. 2015. doi: 10.1590/S0103-90162004000500009.

CEREZINI, P. et al., Seleção de microrganismos solubilizadores de fosfato. In. **Synergismus scyentifica**, UTFPR, Pato Branco, v. 04, n. 01. 2009.

COUTINHO E.L.M. et al. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: FERREIRA M.E. et al. (Eds.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafos, 1993. p.85-140.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Conjuntura Mensal – Safras: alho. Período: Janeiro a julho de 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_07_28_15_20_04_alhojunho2014.pdf>. Acesso em: 03 de outubro, 2015.

MARCUSSI, F.F.N.; GODOY, L.J.G.; BÔAS, R.L.V. Fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura do pimentão baseada no acúmulo de N e K pela planta. **Irriga**, Botucatu, v.9, n.1, p.41-51, 2004.

RESENDE, F.V.; DUSI, A.N.; MELO, W.F.de. **Recomendações básicas para a produção de alho em pequenas propriedades**. Brasília: EMBRAPA-CNPq, 2004. 12p. (EMBRAPA-CNPq. Comunicado Técnico, 22).

SILVA FILHO, G.N; VIDOR, C. Atividade de microrganismos solubilizadores de fosfatos na presença de nitrogênio, ferro, cálcio e potássio. In. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v. 36, n. 12, p. 1495-1508, dez. 2001.

ZUCARELI, C. et al., Fósforo na produtividade e qualidade de sementes de feijão Carioca Precoce cultivado no período das águas. In. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 32-38, jan-mar, 2011.