

## ADUBAÇÃO FOSFATADA PARA A CULTURA DO GENGIBRE NA REGIÃO SERRANA DO ESPÍRITO SANTO<sup>1</sup>

ADEMAR ESPÍNDULA JÚNIOR<sup>2</sup>, LÚCIA HELENA CUNHA DOS ANJOS<sup>3</sup>, MARCOS GERVASIO PEREIRA<sup>\*3</sup>, EVERALDO ZONTA<sup>3</sup>, NILVADO SCHULTZ<sup>3</sup>, RONI FERNADES GUARESCHI<sup>4</sup>

**RESUMO** – A cultura do gengibre foi implantada no Espírito Santo em escala comercial há pouco mais de 10 anos como uma alternativa de renda para os produtores de base familiar, apresentado elevado potencial produtivo, no entanto necessita de estudos para seu melhor aproveitamento em função da grande variabilidade das condições edafoclimáticas do Estado. O objetivo deste estudo foi avaliar a produtividade de rizomas frescos, o acúmulo de massa seca de folhas e rizomas e a extração e acúmulo de N, P e K da cultura do gengibre em função da aplicação de doses crescentes de P, em um Argissolo Amarelo Distrófico. O experimento foi conduzido em uma propriedade rural do município de Santa Maria de Jetiba (ES) entre os meses de agosto de 2006 e junho de 2007. Foi adotado modelo experimental de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelo controle (sem adubação com P), e as doses de 60, 120 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicadas no plantio. As plantas apresentaram crescimento contínuo até os 180 dias após o plantio (DAP) e a fase do ciclo da planta onde houve maior absorção de N, P e K foi na floração aos 240 DAP. Analisando os teores de N, P e K no rizoma e na folha, ao longo do ciclo de cultivo, observou-se que, em geral, a maior parte do acúmulo ocorreu no rizoma. O rendimento da produção de rizomas mostrou incremento positivo e significativo com a aplicação de P na dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, alcançando nesta dose a produtividade de 22,7 Mg de rizoma fresco por hectare.

**Palavras-chave:** *Zingiber officinale*. Resposta ao fósforo. Atributos fitotécnicos.

## PHOSPHATE FERTILIZATION FOR GINGER CROP IN THE MOUNTAINOUS REGION OF ESPÍRITO SANTO STATE

**ABSTRACT** - The ginger culture was planted in Espírito Santo State on a commercial scale for just over 10 years as an alternative income for farmers family based submitted high yield potential, but requires studies to their best advantage due to the great variability of climatic conditions of the State. The aim of this study was to evaluate the yield of fresh rhizomes, the dry mass of leaves and rhizomes and the extraction and accumulation of N, P and K of the culture depending on the application of increasing doses of P, in a dystrophic Ultisol. The experiment was conducted on a farm in the municipality of Santa Maria de Jetibá (ES) between the months of August 2006 and June 2007. Experimental model adopted was randomized blocks with four treatments and four replications. The treatments consisted of control (no P fertilization), and doses of 60, 120 and 240 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> applied at planting. The plants showed continuous growth up to 180 days after planting (DAP) and the phase of the plant where there was greater uptake of N, P and K in the flowering cycle was at 240 DAP. Analyzing the contents of N, P and K, in the rhizome and leaves over the cultivation cycle, it was observed that, in general, most of the accumulation occurred in the rhizome.

**Keywords:** *Zingiber officinale*. Phosphate response. Phytotechnical attributes.

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 05/05/2013; aceito em 25/07/2014.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia Ciência do Solo, IDAF- Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do ES, Rua Raimundo Nonato, 135 - Forte São João, Vitória - ES, 29017-160, espindulajunior@yahoo.com.

<sup>3</sup>Professores do Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica-RJ, BR 465 km 7, Seropédica, RJ, 23897-970, lanjorsrural@gmail.com; gervasio@ufrj.br; ezonta@ufrj.br; nivaldods@ufrj.br.

<sup>4</sup>Doutor em Agronomia – Ciência do Solo da UFRRJ, guareschiecotarelli@hotmail.com.

## INTRODUÇÃO

O gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) foi implantado no Espírito Santo em escala comercial há pouco mais de 10 anos como uma alternativa de renda para os produtores de base familiar. O Estado passou a ocupar posição de destaque, com 60% da produção nacional. Entretanto, no que diz respeito à área cultivada, a cultura tem pouca expressão e há poucas pesquisas sobre técnicas de cultivo do gengibre, incluindo a resposta da cultura à adubação fosfatada.

De acordo com Elpo et al. (2008) a adubação de forma inadequada na cultura do gengibre é um dos principais fatores que prejudicam o seu desenvolvimento, uma vez que trata-se de uma cultura muito exigente em nutrientes, podendo extrair do solo cerca de 78 kg ha<sup>-1</sup> de P durante seu ciclo reprodutivo (HAAG et al., 1990). Diante disso, percebe-se a importância da adubação com P nesta cultura. Tal fato, pode ser constatado em um trabalho conduzido por Silva et al. (2008), que ao avaliar o efeito da adubação fosfatada e da inoculação de isolados de fungos micorrízicos arbusculares na cultura do gengibre, verificou que a adição de P aumentou a produção de biomassa seca da parte aérea da cultura em relação ao tratamento sem adubação fosfatada.

Na maioria dos solos cultivados com gengibre no Espírito Santo, a absorção do P pela planta é dificultada, visto que a cultura está instalada em solos altamente intemperizados com condições propícias para elevada adsorção do elemento. Assim, os solos são muito mais drenos do que fonte de P, competindo com a planta pelo fosfato adicionado via fertilizante (SIMÕES NETO et al., 2012). São solos que possuem elevada capacidade máxima de adsorção de P, fazendo com que o P da fonte fosfatada, adicionada ao solo, passe gradativamente da forma lábil para a não lábil (GUPPY et al., 2005; BROGGI et al., 2010), limitando a produtividade da cultura e exigindo mais o uso do nutriente na adubação. No entanto, o aumento da disponibilidade de P pode ser obtido principalmente, pelo manejo da adubação fosfatada (SIMÕES NETO et al. 2009; NUNES et al., 2011).

Apesar da reconhecida importância do P para a cultura do gengibre, são escassos trabalhos na literatura que tem avaliado a resposta da cultura do gengibre às doses crescentes de adubação fosfatada.

Desta forma, informações sobre a resposta da cultura do gengibre, em termos de produtividade, em função do fornecimento de nutrientes minerais são importantes na recomendação da adubação. Tendo em vista a importância do gengibre no Espírito Santo e levando-se em conta a escassez de informações técnicas sobre a sua adubação.

O objetivo deste estudo foi avaliar a produção de biomassa, extração e acúmulo de N, P e K e a produtividade de rizomas frescos da cultura do gengibre em função da aplicação de doses crescentes de P, em um Argissolo Amarelo Distrófico.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se na Fazenda Espíndula, no distrito de Garrafão do município de Santa Maria de Jetibá, pertencente à mesorregião central e microrregião de Santa Teresa no Centro Serrano do Estado do Espírito Santo. O relevo da região é montanhoso, com clima tropical de altitude, tipo Cwb segundo a classificação de Köppen. A altitude do local do experimento é de 1.050 m. O índice pluviométrico está em torno de 1.800 mm ano<sup>-1</sup>. As temperaturas médias na região variam de 7,3 a 9,4°C no inverno, e de 25,3 a 27,8°C no verão. O solo na área experimental foi classificado como Argissolo Amarelo Distrófico. O declive local é de 4% e a área encontra-se situada no terço inferior da encosta.

Antes da implantação do experimento foi realizada uma amostragem do solo para avaliação da fertilidade e análise granulométrica do solo (EMBRAPA, 1999), e os resultados encontram-se descritos na Tabela 1. Após a implantação dos tratamentos e o plantio da cultura foi realizada outra avaliação da fertilidade do solo (EMBRAPA, 1999), visando identificar as alterações decorrentes do manejo do solo (Tabela 1).

Diante dos resultados encontrados na análise da fertilidade do solo, constatou-se a necessidade de calagem da área do experimento. Para cálculo da necessidade de calagem foi adotado o método do IAC (saturação por bases). A calagem foi feita dois meses antes do plantio, com incorporação de 2,8 toneladas de calcário ha<sup>-1</sup> na camada de 0 a 20 cm<sup>-1</sup>, com 91 % de poder relativo de neutralização total (PRNT) de modo a elevar a saturação por bases a 50%.

A definição dos experimentos foi feita de forma a atender os objetivos deste trabalho, que são: Experimento 1- avaliar a produção de biomassa e extração e acúmulo de nutrientes (N, P e K); Experimento 2- Resposta do gengibre a diferentes doses de fósforo aplicadas no plantio. O experimento 1, referente a avaliação da produção de biomassa e extração e acúmulo de N, P e K, foi implantado de forma a poder se coletar duas plantas por mês em 3 blocos, estendendo assim o monitoramento do teor de nutrientes nas plantas até o fim do ciclo da lavoura. Neste experimento, foi utilizada uma adubação de plantio com 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; mais 70 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 90 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura aplicadas aos 90, 120 e 150 dias após o plantio (DAP). Como fonte de N, P, K, utilizou-se respectivamente, os fertilizantes, sulfato de amônio, cloreto de potássio e superfosfato triplo.

O segundo experimento onde foi avaliada a resposta da cultura aos diferentes tratamentos com adubação fosfatada, foi instalado sob modelo experimental de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelo controle (sem aplicação de adubação com P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), e as doses de 60, 120 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P apli-

cadadas no plantio. Foram realizadas em todas as parcelas experimentais adubação em cobertura com 90 kg ha<sup>-1</sup> de N, parceladas em 3 aplicações de 30 kg ha<sup>-1</sup> e 70 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O aplicado em dose única. Como fonte de N, P, K, utilizou-se respectivamente, os fertilizantes, ureia, cloreto de potássio e superfosfato triplo. As adubações foram realizadas ao lado e abai-

xo do sulco de plantio da cultura. As parcelas experimentais foram compostas por quatro linhas de plantio, tendo 8 plantas por linha. Foram utilizadas para coleta e análises somente as 4 plantas das 2 linhas centrais, descartando as demais como bordadura.

A distribuição dos experimentos em campo segue exemplificada na Figura 1.

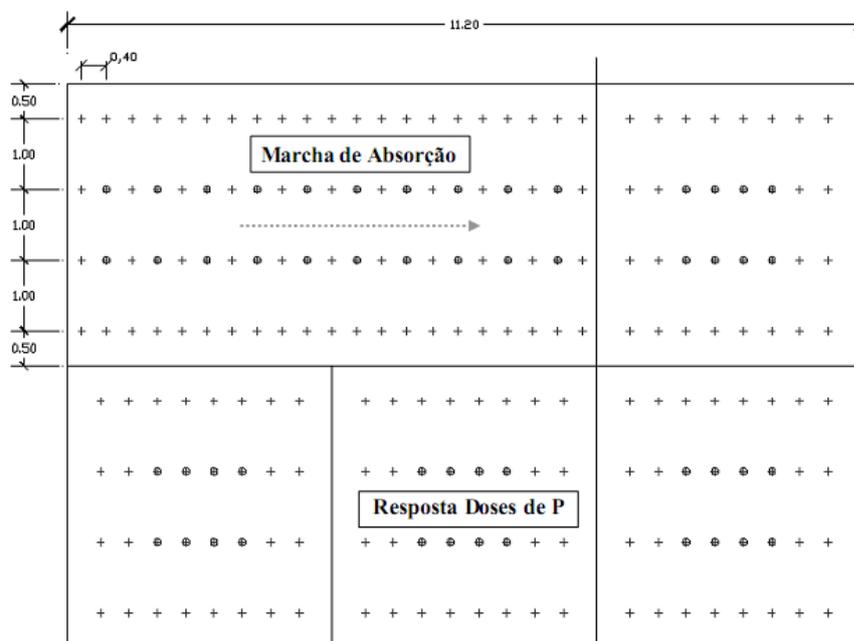
**Tabela 1.** Análise química do solo da profundidade de 0-20 cm antes e após plantio do gengibre nas diferentes doses de P e análise granulométrica dos horizontes superficiais do solo da área experimental.

| Época de coleta   | Doses de P<br>kg ha <sup>-1</sup> | Ca                                 | Mg  | P                   | Corg <sup>1</sup>  | V <sup>1</sup> | m <sup>1</sup> |
|-------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----|---------------------|--------------------|----------------|----------------|
|                   |                                   | cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> |     | mg dm <sup>-3</sup> | g kg <sup>-1</sup> | %              |                |
| Antes do Plantio  | -                                 | 1,2                                | 0,8 | 8                   | 15,1               | 22             | 31,1           |
| Depois do Plantio | 0                                 | 2,5                                | 2,0 | 14                  | 5,7                | 50             | 7,2            |
| Depois do Plantio | 60                                | 2,5                                | 1,9 | 15                  | 5,3                | 50             | 7,4            |
| Depois do Plantio | 120                               | 2,4                                | 1,9 | 19                  | 5,4                | 50             | 7,4            |
| Depois do Plantio | 240                               | 2,4                                | 1,9 | 21                  | 5,1                | 50             | 7,3            |

| Profundidade (cm) | Horizontes | Argila             | Areia | Silte |
|-------------------|------------|--------------------|-------|-------|
|                   |            | g kg <sup>-1</sup> |       |       |
| 0-12              | A1         | 380                | 420   | 200   |
| 12-26             | A2         | 420                | 340   | 240   |

<sup>1</sup> V – saturação por bases; m – saturação por alumínio; Corg - Carbono orgânico.



**Figura 1.** Esquema de um bloco do experimento, sendo que a parcela no topo a esquerda foi destinada à coleta de plantas para avaliação da marcha de absorção de N, P e K. As outras 4 parcelas representam os tratamentos para avaliar a resposta do gengibre as diferentes doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Controle (zero P), 60; 120 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

O plantio da cultura ocorreu na primeira semana do mês de agosto de 2006. Foram utilizadas para a semeadura, sementes (rizomas) selecionadas, que possuíam de 3 a 6 gemas, com peso médio de 90

gramas. O espaçamento utilizado para o plantio foi de 1,0 x 0,4 m (25000 rizomas ha<sup>-1</sup>), (Figura 1).

Durante todo o ciclo da cultura foram realizados tratos culturais, visando diminuir efeitos negati-

vos externos que pudessem de alguma forma interferir no desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, afetar os resultados experimentais. Capinas manuais foram realizadas todos os meses, para evitar a competição por nutrientes e água entre as plantas daninhas e a cultura do gengibre.

Durante o ciclo da cultura foi observado o aparecimento de pragas como a lagarta rosca (*Agroti ipsilon*) e doença como a mancha foliar (*Phyllosticta* sp.), que foram controladas através de pulverizações com agroquímicos a base de deltametrina e N-(trichloromethylthio) cyclohex-4-ene-1,2-dicarboximide, respectivamente.

Utilizou-se também, irrigação por aspersão para o fornecimento do conteúdo de água no solo próximo da capacidade de campo.

No experimento 1, dos 30 aos 300 DAP foram avaliadas a produção de massa seca, teor e acúmulo de N, P e K nos rizomas e nas folhas das plantas. Para isso as amostras foram então pesadas para determinar peso fresco e levadas para secagem na estufa de circulação de ar a 65 °C, por tempo variável com o estado de umidade e quantidade de rizomas, e, depois de seco, novamente pesado. Após essa etapa o material foi triturado e armazenado para posterior análise do tecido vegetal (rizoma e folha), ou seja, no final do experimento (junho de 2007) quando todas as amostras das 10 coletas estavam disponíveis para a análise. Para permitir homogeneidade

metodológica, todas as amostras foram analisadas em uma só fase conforme métodos em Tedesco et al. (1995). O acúmulo de N, P e K foi calculado através da multiplicação do teor do nutriente na parte da planta pela quantidade de massa seca produzida.

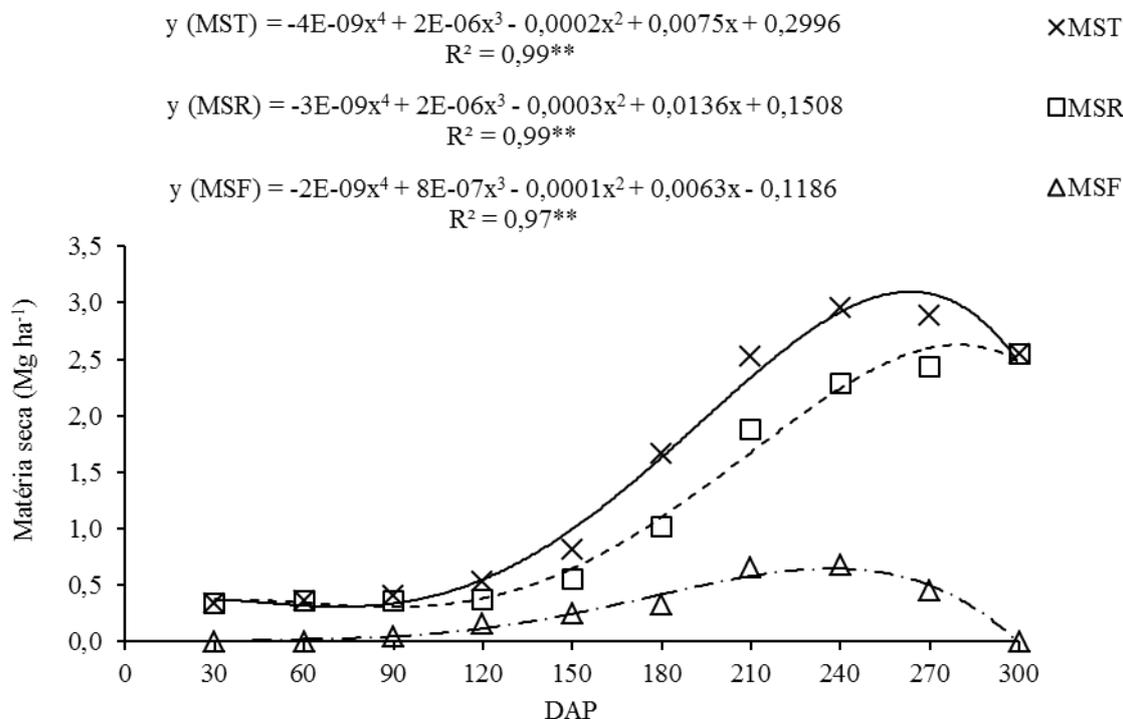
Quanto ao experimento 2, a coleta foi feita no mês de junho de 2007, quando as plantas alcançaram o estágio de maturação. O processamento das amostras e as análises foram idênticos aos descritos acima.

Todos os dados foram submetidos a avaliação da normalidade (Teste de Lilliefors) e a homogeneidade das variâncias dos erros pelo Teste de Cochran e Bartlett. Em seguida foram submetidos à análise de regressão e sua significância testada pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade utilizando o programa SAEG 9.1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Experimento 1 – Acúmulo de massa seca e extração de N, P e K pela cultura de gengibre

O acúmulo de massa seca de rizoma (MSR), folha (MSF) e total, soma das duas anteriores (MST), no decorrer do ciclo da cultura está apresentado na Figura 2.



**Figura 2.** Acúmulo de massa seca de total (MST), massa seca de rizoma (MSR) e massa seca de folha (MSF) em plantas de gengibre cultivado em Argissolo Amarelo Distrófico. \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

A maior contribuição de massa seca ocorreu na fração rizoma, com baixo desenvolvimento até os 150 DAP, acentuando-se desta data até os 270 DAP,

com incremento variando de 0,56 a 2,42 Mg ha<sup>-1</sup> de massa seca neste período (150 a 240 DAP). A partir desta data o crescimento foi reduzido alcançando

2,54 Mg ha<sup>-1</sup> de massa seca na colheita.

As folhas emergiram durante o terceiro mês de cultivo, apresentando crescimento contínuo até os 240 DAP (período de floração da cultura), onde foi observado o maior acúmulo, com 0,67 Mg ha<sup>-1</sup> de massa seca. Após os 240 de cultivo iniciou-se o processo de senescência e morte das folhas, com redução progressiva do acúmulo de massa seca até o valor zero na colheita.

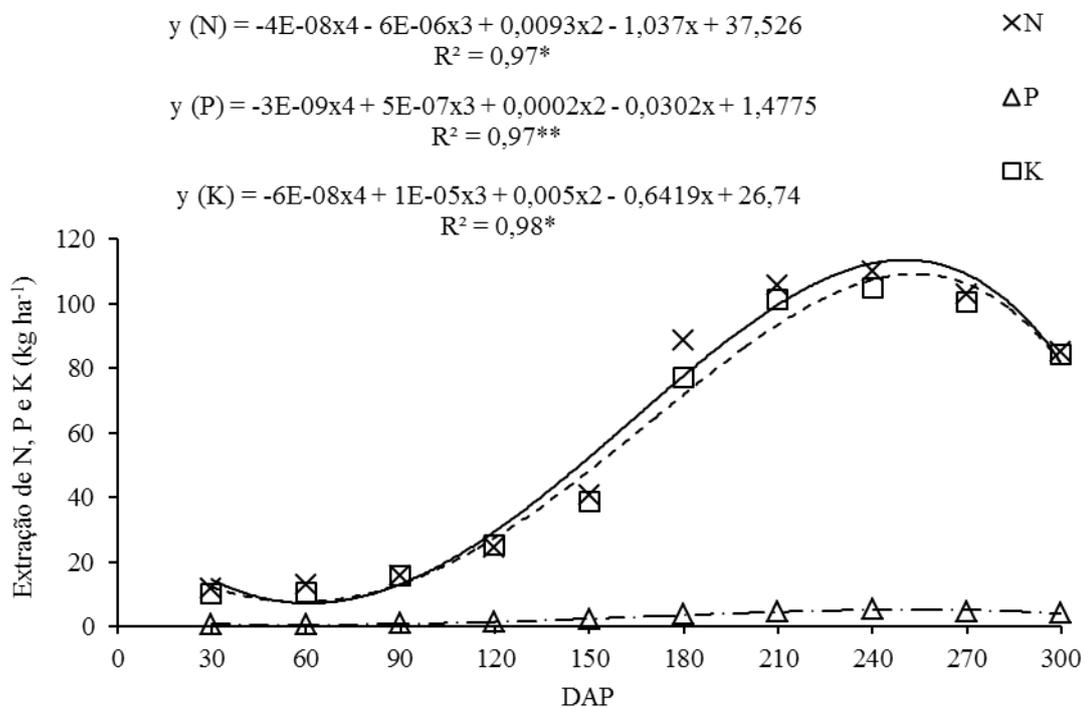
Esse padrão de crescimento da cultura do gengibre também foi observado por Haag et al. (1990), porém em épocas distintas. No estudo citado, os rizomas acompanharam o crescimento total das plantas, sendo o crescimento mais lento até o sétimo mês de cultivo, quando ocorreu o aumento de 10,6 para 30,7 Mg ha<sup>-1</sup> de rizoma fresco, mantendo-se

contínuo até a colheita.

De modo geral verificou-se que a cultura apresentou máxima extração dos nutrientes estudados (Figura 3) no oitavo mês (240 DAP), coincidindo com a época de floração. No intervalo dos 210 aos 270 DAP, época anterior e posterior à floração, a extração de N, P e K foi semelhante à avaliação realizada aos 240 DAP (Figura 3).

Os nutrientes N e K foram extraídos em maiores quantidades (85,4 e 84,2 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente) quando comparados ao P (4,2 kg ha<sup>-1</sup>), na ocasião da colheita, aos 300 DAP.

Estudos de Haag et al. (1990), com a cultura do gengibre, mostraram resultados semelhantes quanto à ordem de extração dos nutrientes, onde o N e K foram os elementos mais extraído, seguido do P.



**Figura 3.** Extração de N, P e K em plantas de gengibre cultivadas em Argissolo Amarelo Distrófico, em função do período de coleta. \*, \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

A extração de N, P e K apresentou baixos valores e similaridade até os 90 DAP. No entanto após esse período houve acúmulo exponencial para os três elementos, sendo os valores de N e K com ordem de grandeza de aproximadamente 20 vezes superiores ao P, aos 240 DAP. Após o ápice de extração dos três nutrientes, houve decréscimo progressivo nos valores até a colheita; padrão atribuído a dois fatores, sendo o primeiro relacionado ao início da senescência, onde ocorreu redução paulatina da absorção de nutrientes do solo; e o segundo, pelo fato das folhas mortas deixarem de ser computadas nas análises de MST, ou seja, com a senescência das folhas há um decréscimo no acúmulo total de nutrientes na planta nos dois últimos meses. Esses resultados corroboram com aqueles relatados por Lima et

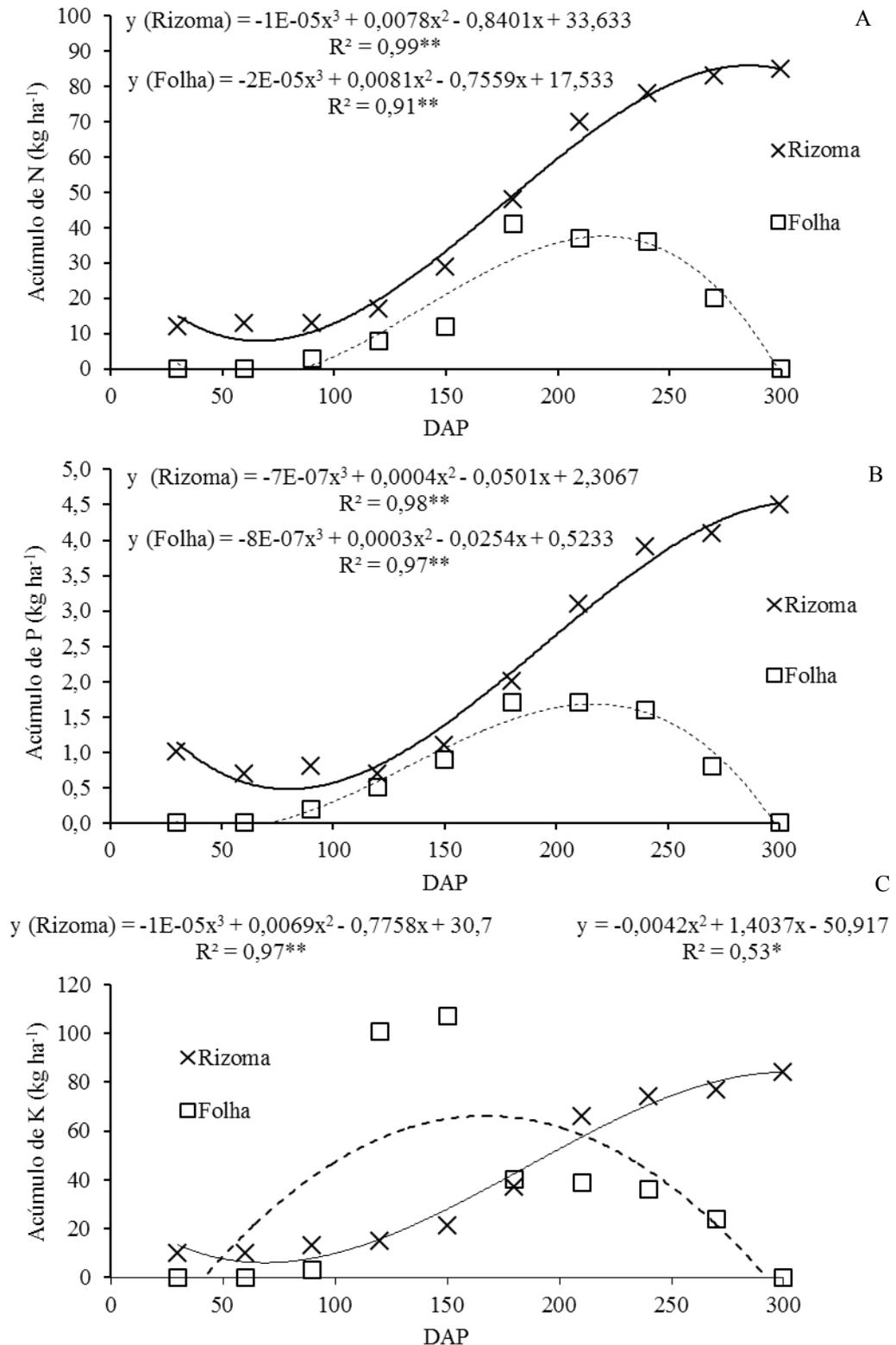
al. (2011), onde os autores explicam que com a senescência das folhas, os nutrientes que não se redistribuem representam perda para a planta, uma vez que precisam ser reabsorvidos para suportar o crescimento de novas estruturas.

Analisando as duas frações das plantas (rizomas e folhas), observou-se que a maior parte do acúmulo dos três nutrientes ao longo do ciclo da cultura ocorreu nos rizomas (Figura 4C). Resultado esse que difere dos encontrados por Haag et al. (1990), que observaram maiores valores nas folhas, embora tal experimento tenha sido realizado com maior espaçamento no plantio, o que promoveu maior desenvolvimento da parte aérea em relação ao observado neste estudo. O acúmulo dos nutrientes no rizoma apresentou padrão de aumento exponencial no perío-

do que antecede a floração, comportamento esse também encontrado por Haag et al. (1990).

As folhas apresentaram o acúmulo de nutrientes a partir do terceiro mês (aparecimento das folhas), sendo este crescimento lento até 150 DAP. Os nutrientes N e P apresentaram incremento exponen-

cial até 250 DAP, sendo que para K este crescimento apresentou padrão exponencial com o maior valor aos 150 DAP, época essa que antecede a floração. A partir dessa data ocorre diminuição progressiva da extração até a última coleta, com a senescência e morte das folhas.



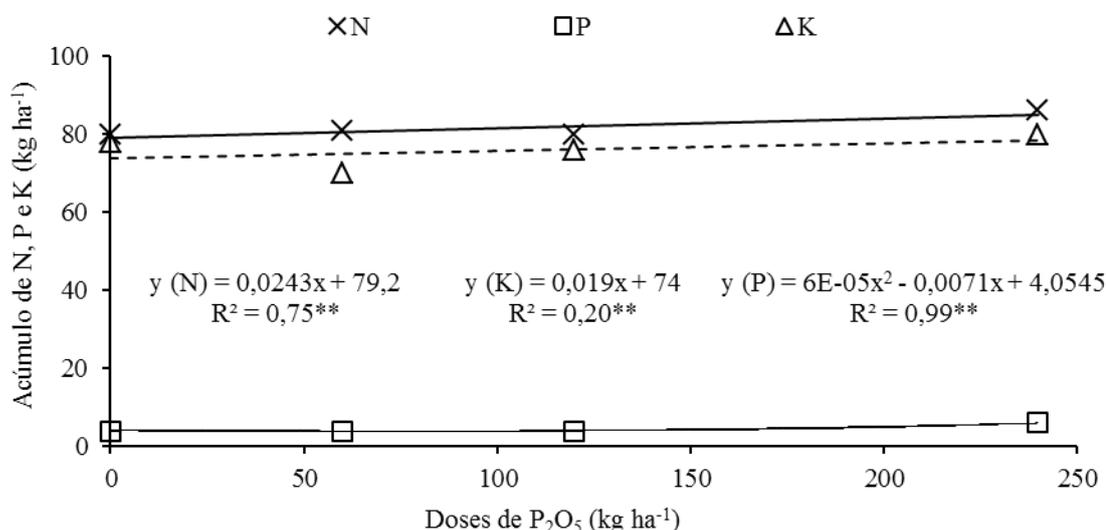
**Figura 4.** Acúmulo de N, P e K nas folhas e rizomas de gengibre cultivado em Argissolo Amarelo Distrófico. \*, \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

### Experimento 2 - Resposta do gengibre a diferentes doses de fósforo

Na Tabela 1 são apresentados os valores dos nutrientes antes e após a instalação do experimento para avaliação da resposta às diferentes doses (0, 60, 120 e 240 kg ha<sup>-1</sup>) de P aplicado. A calagem realizada antes do plantio além de aumentar substancialmente os teores de Ca e Mg, contribuiu para o aumento da saturação por bases para os níveis recomendados para a cultura, diminuindo os valores da saturação por alumínio e aumentando a disponibilidade de P no solo, onde este passou de 8 para 14 mg dm<sup>-3</sup> no tratamento controle (zero P). O aumento na disponibilidade de P ocorreu devido à elevação do

pH do solo pela calagem, a qual promoveu a geração de cargas negativas pela deprotonação de hidroxilas expostas nas argilas e matéria orgânica, ocorrendo repulsão entre o fosfato e a superfície adsorvente (GUPPY et al., 2005). Assim, o manejo a que o solo é submetido alterando os fatores envolvidos no processo, pode reduzir a adsorção de P no solo aumentando sua disponibilidade (SOUZA et al., 2006).

O acúmulo dos nutrientes N e K apresentou padrão linear em função das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicadas e o controle. No entanto, o acúmulo de P descreveu padrão polinomial quadrático, sendo verificado que a maior dose proporcionou aumento de 33% (de 4,0 para 6,0 kg de P por hectare), no acúmulo de P, em comparação com as demais doses e o controle.



**Figura 5.** Extração de N, P e K em plantas de gengibre cultivado em Argissolo Amarelo Distrófico em função das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicadas. \*, \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

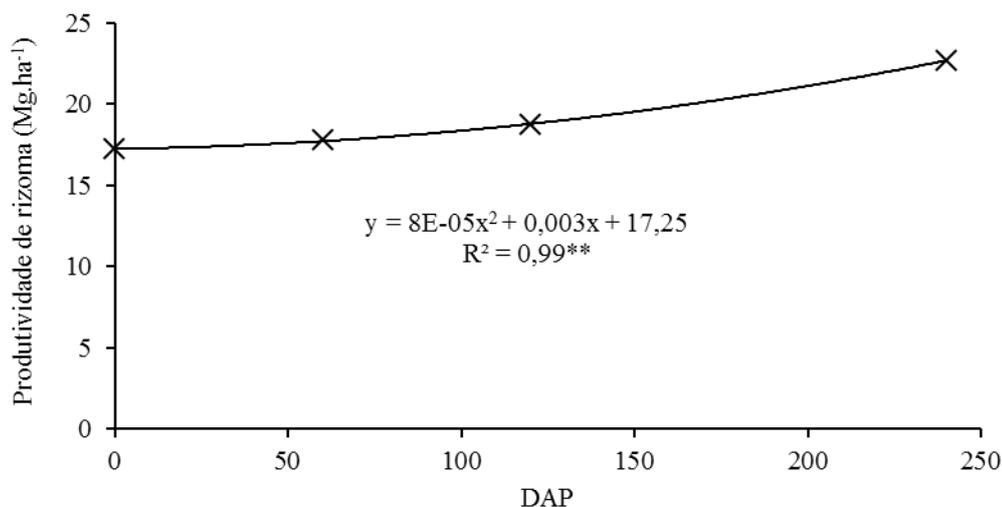
A resposta da cultura quanto à produtividade de rizomas apresentou padrão polinomial quadrático às doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicadas, sendo o maior valor observado na dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 6). Esses resultados, mostram que a produtividade de rizomas apresentou incremento positivo e significativo somente com a aplicação de 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, alcançando a produtividade de 22,7 Mg de rizoma.

Ao avaliar em conjunto as Figuras 5 e 6 verifica-se que a produtividade da cultura está relacionada com a absorção de P, onde o tratamento que recebeu a maior dose de P (240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) apresentou o maior acúmulo de P e o maior rendimento de rizomas. Enquanto que as demais doses (60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e o controle sem P mostraram semelhança na extração e, conseqüentemente, na produtividade.

Segundo Oberhofer (1998) a produtividade do gengibre pode ser considerada adequada quando a relação entre a quantidade (em peso) de material usado no plantio e a produtividade de rizoma na co-

lheita estiver próxima de 10. Seguindo esse raciocínio, como foram utilizados 2,25 Mg de rizomamente no plantio, uma boa produtividade estaria em torno de 22,5 Mg de rizoma colhido. Assim, apenas na dose 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, onde se alcançou 22,7 Mg ha<sup>-1</sup> de rizoma, pode ser considerada como produtividade próxima da adequada. De acordo com Malavolta (2006) o P atua na formação de compostos orgânicos, especialmente ATP e fosfolípidios; sendo um nutriente móvel na planta, sua carência é responsável pela redução do crescimento caulinar e radicular, conduzindo ao aparecimento de áreas necróticas nas folhas e pecíolos. Conseqüentemente, as células deixam de metabolizar os nutrientes e morrem, afetando o potencial produtivo da cultura.

Para fins de comparação, Mendes Ferrão (1993) cita valores de produtividade de rizomas de gengibre de 20 a 40 Mg ha<sup>-1</sup> como de alta produtividade, por produtores de Tapiraí (SP); enquanto na Índia os valores são de 3 a 11 Mg ha<sup>-1</sup> e na Jamaica entre 5 e 7,5 Mg ha<sup>-1</sup>.



**Figura 6.** Produtividade de rizomas (massa fresca) de plantas de gengibre cultivadas em Argissolo Amarelo Distrófico em função das doses de fósforo aplicadas. \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

## CONCLUSÕES

As plantas de gengibre apresentam crescimento contínuo até os 180 dias após o plantio e a fase do ciclo da planta onde houve maior absorção de N, P e K foi na floração aos 240 DAP.

A maior parte do acúmulo de N, P e K ocorreu nos rizomas.

A produtividade de rizomas mostrou incremento significativo com a aplicação de 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

## REFERÊNCIAS

BROGGI, F. et al. Adsorption and chemical extraction of phosphorus as a function of soil incubation time. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 32-38, 2010.

ELPO, E. R. S.; NEGRELLE, R. R. B.; RUCKER, N. G. A. Produção de gengibre no município de Morretes, PR. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 211-217, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. p. 81-173.

GUPPY, C. N. et al. Competitive sorption reactions between phosphorus and organic matter in soil: A review. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v. 43, n. 2, p. 189-202, 2005.

HAAG, H. F. Et al. Acúmulo de massa seca e extração de macro e micronutrientes por uma cultura de gengibre. **Anais da Escola Superior de**

**Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 47, n. 2, p. 435-457, 1990.

LIMA, R. L. S. et al. Redistribuição de nutrientes em folhas de pinhão-mansão entre estádios fenológicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 11, p. 1175-1179, 2011.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MENDES FERRÃO, J. E. **Especiarias: cultura, tecnologia, comércio**. Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical. 1993. 157-189 p.

NUNES, R. S. et al. Distribuição de fósforo no solo em razão do sistema de cultivo e manejo da adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 877-888, 2011.

OBERHOFER, H. **Como cultivar gengibre com sucesso?** Espírito Santo: Programa de Desenvolvimento Agrícola do Tirol do Sul, 1998. 9 p.

SILVA, M. F. S. Et al. The effect of arbuscular mycorrhizal fungal isolates on the development and oleoresin production of micropropagated Zingiber officinale. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 20, n. 2, p. 119-130, 2008.

SIMÕES NETO, D. E. et al. Características agroindustriais da cana-de-açúcar em função da adubação fosfatada, em solos de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 4, p. 347-354, 2012.

SIMÕES NETO, D. E. et al. Extração de fósforo em solos cultivados com cana-de-açúcar e suas relações com a capacidade tampão. **Revista Brasileira de**

**Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 1, p. 840-848, 2009.

SOUZA, R. F. et al. Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 975-983, 2006.

TEDESCO, M. J; GIANELLO, C; BISSANI, C. A. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995. p. 177-188.