

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**MARCELA BORGES**

**PRODUTIVIDADE DE TUBÉRCULOS DE BATATA, CV. ÁGATA, SOB  
DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO FOSFATADA**

**Uberlândia  
Novembro - 2009**

**MARCELA BORGES**

**PRODUTIVIDADE DE TUBÉRCULOS DE BATATA, CV. ÁGATA, SOB  
DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO FOSFATADA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao Curso de Agronomia, da Universidade  
Federal de Uberlândia, para obtenção do  
grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: José Magno Queiroz Luz

**Uberlândia  
Novembro – 2009**

**MARCELA BORGES**

**PRODUTIVIDADE DE TUBÉRCULOS DE BATATA, CV. ÁGATA, SOB  
DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO FOSFATADA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao curso de Agronomia, da Universidade  
Federal de Uberlândia, para obtenção do  
grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 13 de novembro de 2009

Msc. Angélica Araujo Queiroz  
Membro da Banca

Eng. Agr. Cecília Alves Bittar  
Membro da Banca

---

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz  
Orientador

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus, por ter me dado saúde, força e fé para superar os obstáculos.

À Universidade Federal de Uberlândia, pela oportunidade concedida.

Ao Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz, pela orientação, ensinamentos, confiança e amizade.

Aos Professores Dr. João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha e Dra Denise Garcia de Santana, tutores do grupo PET-Agronomia, pela confiança a mim dedicada durante o período em que fui bolsista.

À Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba – COOPADAP pelo apoio para a implantação do Projeto desta Monografia.

Aos funcionários da cooperativa acima citada pela colaboração na condução do experimento. Aos colegas da Olericultura que muito auxiliaram na execução deste trabalho.

Aos meus familiares, mãe, pai, irmão e ao Henrique pelo constante apoio e incentivo durante esta etapa e por compreenderem a minha ausência em momentos importantes.

Aos meus avós, que sempre me ensinaram que é preciso lutar com fé e perseverança para alcançar meus objetivos. Aos meus tios e primos que sempre me apoiaram e torceram pelo meu sucesso. Agradeço, em especial, às minhas primas-irmãs Alessandra, Aline e Ana Cláudia, que estão sempre ao meu lado, me acompanhando e incentivando. Ana Cláudia, que nasceu e cresceu comigo, participando ativamente de todos os momentos importantes da minha vida, hoje também alcança seu propósito, se tornando uma Internacionalista. Parabéns! Agradeço, ainda, à minha madrinha Marta que sempre me acolheu e cuidou de mim.

Aos colegas de turma e de toda a graduação, pela amizade, companheirismo e convivência.

Enfim, a todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para o alcance deste objetivo.

**MUITO OBRIGADA!**

## RESUMO

O bom desenvolvimento dos tubérculos de batata requer, entre outras práticas culturais, uma adubação adequada. Trata-se de uma cultura altamente exigente, sendo responsável por um elevado consumo de fertilizantes. O fósforo é o nutriente que oferece maior resposta em produtividade nos solos brasileiros. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de diferentes níveis de adubação fosfatada na cultura da batata, cultivar Ágata, sobre a produtividade de tubérculos, em condições de campo. O experimento foi instalado e conduzido na Estação Experimental da Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba – COOPADAP, localizada no município de Rio Paranaíba - MG, durante o ano agrícola de 2008/2009, em parceria com a cooperativa. Os tratamentos consistiram de cinco doses de fósforo ( $P_2O_5$ ) - 0, 200, 400, 600 e 800 kg ha<sup>-1</sup>, às quais foram adicionadas doses fixadas dos demais nutrientes (nitrogênio – 140 kg ha<sup>-1</sup>; potássio – 300 kg ha<sup>-1</sup>). As doses de nitrogênio foram aplicadas de forma parcelada, sendo 20% aplicado no sulco de plantio e 80% em cobertura, por ocasião da amontoa. As doses de fósforo ( $P_2O_5$ ) utilizadas foram duas doses acima da recomendada e duas doses abaixo da recomendada para a cultura e a dose zero, equivalente ao tratamento testemunha, sendo quatro repetições em delineamento experimental de blocos casualizados. As parcelas consistiram em seis linhas de 6,0 m de comprimento, espaçadas em 0,75 m entre si, caracterizando uma área total de 27,0 m<sup>2</sup> por parcela. As avaliações foram feitas nas duas linhas centrais e deixando-se 1,0m de bordadura em suas extremidades, tendo como área útil 7,5 m<sup>2</sup>. A colheita foi manual e ocorreu aos 97 dias após o plantio. Foi determinada a produtividade de cada tratamento, pesando-se a produção obtida em cada parcela nas classificações de acordo com o diâmetro transversal dos tubérculos. Foi realizada análise de regressão para as doses de adubação de plantio da batata. Com os resultados obtidos concluímos que a produtividade de tubérculos de batata, cv. Ágata, foi influenciada pelos diferentes níveis de adubação fosfatada e considerando as batatas de maior valor comercial, a dose que proporcionou maior produtividade foi 755,0 kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$ .

**Palavras-chave:** *Solanum tuberosum* L., fósforo, fertilizantes

## ABSTRACT

The good development of potato tubers requires, among other practices, an appropriate fertilization. It is a highly demanding crop, being responsible for a high consumption of fertilizers. Phosphorus is the nutrient that offers the most increased in productivity on Brazilian soils. The purpose of this work was to study the effect of different levels of phosphate fertilization in potato crop, Agata cultivar, about the productivity of tubers, in field conditions. The experiment was installed and conducted in the Experimental Station of Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba - COOPADAP, located in Rio Paranaíba-MG, during the 2008/2009 crop year, in partnership with the cooperative. The treatments consisted of five doses of phosphorous ( $P_2O_5$ ) - 0, 200, 400, 600 and 800 kg ha<sup>-1</sup>, to which were added in fixed doses of other nutrients (nitrogen – 140 kg ha<sup>-1</sup>; potassium – 300 kg ha<sup>-1</sup>). The nitrogen fertilization was parceled: 20 per cent applied in the sowing and 80 per cent during the hilling. The doses of phosphorous ( $P_2O_5$ ) were two doses above the recommended, two doses below the recommended to the crop and zero dose equivalent treatment witness, in four replicates and the experimental design was a randomized blocks. The experimental plot was composed by six lines of 6.0 m long, spaced at 0.75 m among themselves, with a total area of 27.0 m<sup>2</sup> per plot. The assessments have been made on two central lines and leaving 1.0 m in their extremities, taking as useful 7.5 m<sup>2</sup> area. The harvest was manual and occurred in 97 days after the sowing. Productivity was determined for each treatment, weighing production obtained on each plot and the classifications were made according to the tubers transverse diameter. Regression analysis was performed for fertilization doses. With the results obtained the potato tubers productivity, cv. Agata, was influenced by the different levels of phosphate fertilization and considering the potatoes with larger commercial value, the dose that gave greater productivity was 755.0 kg ha<sup>-1</sup>  $P_2O_5$ .

**Keywords:** *Solanum tuberosum* L., phosphorus, fertilizers

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Resultados das análises química (A) e física (B) do solo antes da instalação do experimento.....	19
<b>Tabela 2.</b> Número de hastes/m <sup>2</sup> de plantas de batata, cv. Ágata. Rio Paranaíba, 2009.....	24
<b>Tabela 3.</b> Teores de fósforo remanescente após a colheita quanto às doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aplicadas. Rio Paranaíba, 2009.....	27

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Produtividades total, dos tubérculos de maior valor comercial e das classificações Tipo I e II da variedade Ágata em função das doses de  $P_2O_5$  aplicadas no sulco de plantio. Rio Paranaíba, 2009.....22
- Figura 2.** Produtividades das classificações Tipo III, IV e Descarte da variedade Ágata em função das doses de  $P_2O_5$  aplicadas no sulco de plantio. Rio Paranaíba, 2009.....23
- Figura 3.** Teores foliares de fósforo em função das doses de  $P_2O_5$  aplicadas no sulco de plantio, cv. Ágata. Rio Paranaíba, 2009.....25
- Figura 4.** Teores de fósforo no solo após a colheita, extratores Mehlich e Resina. Rio Paranaíba, 2009.....26

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	9
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	11
2.1 Origem e botânica.....	11
2.2 Necessidades nutricionais.....	12
2.3 Adubação em batata.....	14
2.3.1 Fósforo .....	15
2.4 Cultivar Ágata .....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	20
3.1 Instalação e condução do experimento .....	20
3.2 Avaliações realizadas .....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
4.1 Produtividade.....	23
4.2 Número de hastes/m <sup>2</sup> .....	25
4.3 Teor foliar de fósforo.....	26
4.4 Teor de fósforo no solo após a colheita.....	27
5 CONCLUSÕES .....	30
REFERÊNCIAS .....	31

## 1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma fonte cada vez mais importante de alimento, de emprego rural e de ingressos financeiros podendo contribuir para a estabilização social do meio rural (PEREIRA; DANIELS, 2003). Atualmente, a batata ocupa o 4º lugar entre os alimentos mais consumidos do mundo, sendo superada apenas pelo trigo, arroz e milho.

A batata é considerada a principal hortaliça no país, tanto em área cultivada como em preferência alimentar. Os principais estados produtores são Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Goiás e Bahia (ABBA, 2007).

Bataticultores de regiões de maior altitude do cerrado mineiro, goiano e baiano, em cultivos sob sistema de irrigação por pivô central, têm obtido produtividades entre 35 e 45 t ha<sup>-1</sup> para as cultivares Ágata, Asterix, Mondial e Vivaldi. As mais altas produtividades são resultantes do melhor nível tecnológico dos produtores, especialmente em relação ao uso e manejo de irrigação, adubação, qualidade da batata-semente e controle de pragas e doenças (MAROUELLI; GUIMARÃES, 2006).

O bom desenvolvimento dos tubérculos de batata requer, entre outras práticas culturais, preparo e adubação do solo adequados, visto que as raízes da planta atingem até 1,0 m de profundidade e os tubérculos são formados até uma profundidade de 60 cm (FONTES, 1997).

Para a obtenção de alta produtividade de tubérculos, é necessário o uso de doses adequadas de fertilizantes no plantio. É a cultura que apresenta a maior taxa de aplicação de fertilizantes (1940 kg ha<sup>-1</sup>), que é 5,7 vezes maior que a da cultura da soja (338 kg ha<sup>-1</sup>) (ANDA, 2000).

A bataticultura brasileira não adota critérios técnico-científicos quando se fala em correção do solo e nutrição mineral da plantas (VIEIRA; SUGIMOTO, 2002). Esse fato pode comprometer a produtividade e afetar significativamente o custo de produção que, segundo Pereira e Daniels (2003), o custo com fertilizantes na cultura da batata representa aproximadamente 25% do custo total.

Diferentes formas de manejo da adubação são empregadas pelos produtores, sendo que, de tempos em tempos, surge uma fórmula tida como a ideal para adubar a cultura. A adubação regional, normalmente, inclui aplicação de 4.000 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula comercial 04-14-08 mais 1000 kg ha<sup>-1</sup> de termofosfato, o que equivale à dose de 160 kg ha<sup>-1</sup> de N, 740 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 320 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Porém, deve-se dar especial atenção à adubação e nutrição

da cultura da batata, pois a demanda relativa de fertilizantes por unidade de área na cultura é algo impressionante (VIEIRA; SUGIMOTO, 2002).

A batata é, talvez, entre todas as culturas comerciais, a que apresenta maior demanda relativa por fertilizantes (quantidade demandada/ hectare). Em 2001, segundo o IBGE, a área cultivada com batata se posicionou em 16º lugar, entre as principais culturas brasileiras. Porém, quando se decompõe o consumo total de fertilizantes no Brasil com a área cultivada (divisão entre a demanda global de fertilizantes pelos hectares plantados), o consumo médio (demanda relativa) posicionou a batata em 1º lugar (na média 2,8 t ha<sup>-1</sup>, em 2001) bem acima de outras culturas conhecidas pelos consideráveis requerimentos em fertilizantes por unidade de área, como algodão, fumo, café, etc. (NEVES et al., 2003).

Aumentos de produtividade de batata, quase sempre ocorrem, quando elevada quantidade de adubo fosfatado é adicionado ao solo (ROCHA, 1995). A maioria dos experimentos indica que o fósforo é o elemento limitante da produção (ORTIZ et al., 1988; MANRIQUE, 1993). Essa limitação está principalmente relacionada à deficiente absorção deste elemento pela cultura devido ao seu restrito sistema radicular aliado à baixa disponibilidade de P no solo, devido aos altos teores de óxidos livres de Fe e Al, tipos de argila que fixam ou retém fortemente o fósforo, não sendo facilmente aproveitado pelas plantas (FASSBENDER; BORNEMIZA, 1987), e ainda por sua baixa mobilidade no solo. Assim, na maioria dos solos, a batateira requer alta fertilização fosfatada para a produção máxima.

Face ao exposto, objetivou-se com este trabalho estudar o efeito de diferentes níveis de adubação fosfatada na cultura da batata, cultivar Ágata, sobre a produtividade de tubérculos, em condições de campo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Origem e botânica

A batata (*Solanum tuberosum* L.), também conhecida como batatinha ou batata-inglesa, é nativa da América do Sul, da Cordilheira dos Andes, onde foi consumida por populações nativas em tempos que remontam a mais de 8.000 anos. A batateira é originária da região próxima ao Equador terrestre, nas proximidades do Lago Titicaca, próximo à fronteira entre Peru e Bolívia. Nessa região, dias e noites têm duração igual de 12 horas ao longo do ano (FILGUEIRA, 2003).

Foi introduzida na Europa por volta de 1570 provavelmente através de colonizadores espanhóis, tornando-se importante alimento principalmente na Inglaterra, daí o nome batata-inglesa. Por volta de 1620, foi levada da Europa para a América do Norte, onde tornou-se alimento popular (LOPES; BUSO, 1997). A difusão da batata em outros continentes ocorreu através da colonização realizada pelos países europeus, inclusive no Brasil.

A batata é uma planta dicotiledônea, pertencente ao gênero *Solanum*, da família *Solanaceae*, o qual contém mais de 2.000 espécies, embora somente cerca de 150 produzam tubérculos. A batata cultivada no Brasil pertence à espécie tetraplóide *Solanum tuberosum*. Esta espécie é dividida em duas subespécies, *S. tuberosum* ssp. *tuberosum* e *S. tuberosum* ssp. *andigena*. Por outro lado, as cultivares mais modernas de batata possuem em seu genoma várias características de outras espécies, como *S. demissum*, *S. chacoense* e *S. phureja*, adquiridas através de cruzamentos artificiais visando principalmente à incorporação de resistência a doenças. No Brasil, o cultivo mais intenso da batata, juntamente com outras hortaliças, iniciou-se na década de 1920, no cinturão verde de São Paulo.

Planta herbácea, da família *Solanaceae*, tem seu produto comercial nos tubérculos, caules modificados que armazenam reservas, necessidade imposta para enfrentar o inverno, em sua região de origem (FILGUEIRA, 2003). Tanto nela quanto em outros locais de clima temperado, a batata tem época de plantio e de colheita bem definidas (geadas de primavera e de outubro), com ciclo superior a seis meses. Segundo Lopes (1997), os tubérculos são caules adaptados para reserva de alimentos e também para reprodução. Formam-se como resultado do engrossamento da extremidade dos estolões, que são caules modificados, subterrâneos, semelhantes a raízes. Possui ciclo vegetativo de 90 a 120 dias, podendo ser plantada durante

todo o ano, evitando, porém, regiões ou épocas com altas temperaturas noturnas, ou onde ocorram geadas, bem como locais com solos muito pesados, sujeitos a encharcamento (FILGUEIRA, 2003). A batata é uma planta perene, embora cultivada como planta anual. Sua parte aérea é herbácea, com altura variável entre 50 e 70 cm. O ciclo vegetativo da cultura pode ser precoce (<90 dias), médio (90-110 dias) ou longo (>110 dias), dependendo da cultivar. O sistema radicular da planta é relativamente superficial, com a quase totalidade das raízes permanecendo a uma profundidade não superior a 40 - 50 cm. Entretanto, em solos argilosos férteis e sem camadas de obstrução, podem alcançar até 1,0 m de profundidade.

A maior parte da área cultivada com batata no Brasil é ocupada com cultivares européias, criadas para as condições européias (WINANDY; VILHORDO, 1987). As principais variedades encontradas hoje no mercado são: Ágata, Monalisa, Markies, Cupido, Caesar, Asterix e Atlantic (indústria).

A batata é uma planta que exige frio, principalmente à noite. O acúmulo de reservas no tubérculo se dá em função da quantidade de energia que a planta assimila durante o dia, menos o que ela respira. Quanto mais a planta acumular durante o dia, como resultado da fotossíntese, e quanto menos ela respirar, maior o acúmulo de reservas. A temperatura fria à noite colabora para que a planta reduza a respiração e, assim, acumule mais reservas. As zonas mais frias, portanto, são melhores para a batata (WREGE et al., 2005). Dias quentes, noites frias e abundância de água são vitais para o sucesso da cultura.

Em estudo realizado por Wrege et al. (2004), verificou-se que a batata é cultivada nas áreas com clima tropical de altitude preferencialmente no outono/inverno e nas áreas com clima temperado normalmente na primavera/verão em regiões de altitude. Nas zonas com clima tropical (ao norte do paralelo 24°S) a batata é cultivada em regiões acima de 600 m de altitude (próximo ao paralelo 24°S) e, normalmente acima de 900 m (entre 13°S e 23°S). Nas áreas com clima temperado (ao sul do paralelo 24°S), vem sendo cultivada em regiões com altitude superior a 400 m (exceções ao sul do paralelo 28°S).

## **2.2 Necessidades nutricionais**

O cultivo da batata constitui uma das mais importantes atividades agrícolas brasileiras. As atividades agronômicas correlacionadas a bataticultura têm se desenvolvido por várias regiões do país. No tocante à nutrição mineral, pode-se dizer que se trata de uma cultura

altamente exigente, sendo responsável por um elevado consumo de fertilizantes. A alta capacidade de resposta da cultura da batata à adubação em comparação a outras culturas pode ser atribuída ao elevado potencial de produção, ao ciclo curto e ao sistema radicular relativamente superficial (SANGOI; KRUSE, 1994). Entretanto, embora esta cultura responda a pesadas suplementações de fertilizantes, é necessário que haja entre os nutrientes adicionados, um equilíbrio ideal que resultará em melhor desenvolvimento e produção. Em regiões onde a relação custo do fertilizante e do produto é alta, a determinação da dose de máxima eficiência econômica é importante (DELAZARI et al., 1989).

Face aos altos rendimentos, a extração de nutrientes é relativamente alta. Estima-se que para uma produtividade de 30 t ha<sup>-1</sup> de tubérculos, têm-se exportações aproximadas de 120 kg de potássio (K), 100 kg de nitrogênio (N) e 14 kg de fósforo (P) (REIS JR.; MONNERAT, 2001). Contudo, não se pode caracterizar a totalidade dos processos de adubação como adequados às características agronômicas da cultura. Em muitos casos, são verificadas aplicações excessivas de fertilizantes. E mais, são comuns os casos em que sequer são coletadas amostras para análise química de terra e determinação da fertilidade do solo destinado ao cultivo da batata. Este quadro remete a uma situação na qual há um uso indiscriminado de fertilizantes, cuja consequência direta é a redução do rendimento financeiro proveniente do cultivo.

Nos sistemas de cultivos sucessivos, quando as culturas precedentes são adubadas, os efeitos residuais dos fertilizantes fosfatados se fazem notar de forma expressiva. Silva et al. (2001), em estudo realizado semeando-se feijão-de-vagem em sucessão ao cultivo de batata, concluíram que é viável a produção de feijão-de-vagem sem adubação de plantio em áreas anteriormente cultivadas com batata, principalmente naquelas cuja adubação de plantio for superior a 2 t ha<sup>-1</sup> de adubo formulado 04-16-08. Trabalhando com diversas variedades de feijão em cultivo sucessivo com a batata, Kikuti (2000) concluiu ser dispensável a adubação do feijão. Estudos com solos de alta capacidade de fixação de fósforo demonstraram que, quando estes foram adequadamente tratados com fertilizantes fosfatados, parte do nutriente permaneceu no solo na forma disponível às plantas por diversos cultivos (YOST et al., 1981).

Uma planta nutrida adequadamente possui uma maior resistência à deficiência hídrica e ao ataque de pragas e doenças (FILGUEIRA, 2003). As produtividades alcançadas são maiores e a qualidade do produto final é superior. O resultado é uma otimização no retorno econômico em função do capital investido pelo agricultor (VIEIRA; SUGIMOTO, 2002).

A eficiência dos nutrientes sobre o rendimento das plantas depende de alguns fatores, como, condições climáticas, tipo de solo, capacidade de adsorção dos nutrientes e capacidade de remoção dos nutrientes pelas culturas (SANCHEZ, 1981).

Segundo Filgueira (2003), a ordem decrescente de extração de macronutrientes pela batateira é K, N, Ca, S, P e MG. Embora P seja o quinto nutriente, em ordem de extração, tem sido aquele que oferece maior resposta em produtividade nos solos brasileiros. P também favorece a formação de raízes, a tuberização e o tamanho dos tubérculos e acelera o ciclo da cultura. K retarda a senilidade da planta, equilibra a aplicação de N, melhora a qualidade dos tubérculos e aumenta a conservação pós-colheita. N aumenta a área foliar, contribuindo para elevar a produtividade, porém o excesso favorece a incidência de doenças fúngicas e bacterianas. O autor calculou que um batatal produzindo 30 t ha<sup>-1</sup> extrai do solo e exporta pelos tubérculos: 146,4 kg de K, 95,4 kg de N, 28,8 kg de P, 12,7 kg de S, 4,5 kg de Ca e 4,5 kg de Mg – expressos em fórmula elementar.

### **2.3 Adubação em batata**

A utilização de fertilizantes na cultura da batata é um fator preponderante para se conseguir produtividades altas. Produtividades de 30 a 50 t/ha são conseguidas quando se faz um adequado manejo da cultura em seus vários aspectos.

Uma adubação eficiente deve levar em conta a época em que a planta mais necessita de cada nutriente. Para a cultura da batata, diversos autores já investigaram essa característica, indicando que a absorção da maioria dos nutrientes segue uma curva quase linear a partir dos 20 dias após o plantio. Durante a primeira fase de desenvolvimento da planta (estágio I), ocorre a emergência da haste, há predominantemente o consumo dos nutrientes armazenados na batata-semente e são formadas as primeiras raízes que vão explorar o solo em busca dos nutrientes para as fases seguintes (DECHEN et al., 2006).

Na fase de desenvolvimento vegetativo (estágio II), raízes, caule e principalmente folhas são formadas, acumulando nutrientes. Com a formação dos tubérculos (estágio III), estes passam a ser o destino principal dos nutrientes absorvidos e ocorre a translocação das outras partes da planta para eles. A partir do meio do ciclo, aproximadamente aos 60 dias, a planta já está em pleno processo de crescimento dos tubérculos (estágio IV), e os nutrientes absorvidos são usados predominantemente nessa função. Efetivamente, muito pouco é

absorvido do solo no estágio V, o crescimento e a maturação dos tubérculos se completa com o esgotamento dos nutrientes da planta toda na senescência (DECHEN et al., 2006). A cultura da batata absorve, 9% da adubação entre a primeira e a sétima semana após o plantio, 16% entre a sétima e nona semana, 67% da 10<sup>a</sup> semana a 12<sup>a</sup> semana e 8% entre 13<sup>a</sup> a 14<sup>a</sup> semana (CAROLUS, 1937).

Quanto à adubação da cultura, na ausência de dados experimentais ou observações regionais, sugerem-se as seguintes faixas de aplicação de macronutrientes ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), para glebas de fertilidade mediana ou baixa. Observe-se que as faixas são amplas e se referem à dose total a ser utilizada, competindo ao agrônomo regional orientar a adubação, e que a sugestão não se aplica a solos de elevada fertilidade (FILGUEIRA, 2003).

- N: 120-200
- $\text{P}_2\text{O}_5$ : 300-500
- $\text{K}_2\text{O}$ : 80-200

De acordo com Fontes (2005), de maneira geral, são aplicados 250 kg de N (150 no momento do plantio e 100 antes da amontoa), mais 420 kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e 220 kg de  $\text{K}_2\text{O}$ , mais 200  $\text{kg ha}^{-1}$  de sulfato de magnésio + micro (10  $\text{kg ha}^{-1}$  de Bórax, Sulfato de cobre e Sulfato de zinco e 250  $\text{g ha}^{-1}$  de Molibdato de sódio, no sulco). Antes a amontoa, em cobertura e incorporado, são adicionados N e K. Em plantio manual, o adubo é colocado no sulco de plantio e no mecanizado, ao lado e abaixo do tubérculo-semente.

Filgueira (2003) recomenda o fracionamento da adubação nitrogenada, sendo 30%, ou menos, utilizados no sulco de plantio e o restante aplicado em uma única cobertura, incorporada pela amontoa, aos 25-35 dias do plantio. A adubação fosfatada deve ser integralmente aplicada no sulco de plantio. Metade da adubação potássica pode ser aplicada no sulco de plantio e o restante, em cobertura, juntamente com o N. Esse parcelamento é especialmente favorável em solos arenosos, nos quais a perda por lixiviação de K é mais acentuada. Considera também que a elevada concentração salina – ocasionada pelas fontes usuais de N e K junto à batata-semente – pode danificar a brotação.

### 2.3.1 Fósforo

O fósforo desempenha funções importantes na planta, como função estrutural formadora de compostos lipofílicos, RNA e DNA; transferência de energia na síntese de ATP

pirofosfato regulatória com o uso de fósforo inorgânico (Pi); síntese e degradação de compostos como amido (maior parte da massa seca da batata), sacarose e lecitinas (NAHAS, 1991).

O fósforo (P) é um nutriente essencial para as plantas, é um dos responsáveis pela transferência da energia necessária para os processos metabólicos no seu interior. O P é especialmente importante para a formação de sementes botânicas, para a formação de tubérculos e para o crescimento da raiz da batateira (ZAAG, 1993).

O fósforo é absorvido da solução do solo e utilizado pela planta como o íon ortofosfato ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ). Em solos naturalmente bem supridos com P, a sua adição não afeta a produção nem a qualidade de tubérculos (RYKBOST et al., 1993).

Embora o fósforo seja o quinto nutriente, em ordem de extração, tem sido aquele que oferece maior resposta em produtividade nos solos brasileiros favorecendo a formação de raízes, a tuberização e o tamanho dos tubérculos e acelerando o ciclo da cultura (FILGUEIRA, 2003). Juntamente com o nitrogênio o fósforo é um elemento prontamente distribuído na planta, onde 60% do fósforo é transportado pelo floema, em especial para órgãos e frutos em desenvolvimento (MALAVOLTA et al., 1997).

A adubação fosfatada é muito importante no crescimento inicial da planta, que além de aumentar a produção de tubérculos em peso e em número, aumenta também a quantidade e qualidade do amido neles contidos e reduz suas perdas durante o armazenamento (BERTANI, 1998).

O fósforo é um elemento muito móvel na planta, devido a isso, os sintomas de deficiência ocorrem inicialmente nas folhas mais velhas, as quais apresentam bordas com áreas amareladas. Os folíolos não expandem normalmente, ficam enrugados, com coloração verde escura, sem brilho e curvados para cima. Em caso de deficiência severa, pode aparecer cor púrpura na parte abaxial das folhas inferiores. O sistema radicular e os estolões são reduzidos em número e comprimento e a produção de tubérculos é pequena. As plantas têm o crescimento reduzido, ocorre redução do ciclo vegetativo. A correção pode ser feita com aplicação de superfosfato simples e triplo e de mono-amônio fosfato (MAP).

A deficiência de P também está associada a solos que não receberam adubação nitrogenada e ocorrem de forma mais marcante em solos arenosos, ácidos e pobres em matéria orgânica.

Para a batata deficiências de fósforo se manifestam praticamente em todos os tipos de solos brasileiros, geralmente não se manifestando com sintomas visuais nítidos na folhagem, porém retardando o desenvolvimento inicial da planta, com severos reflexos na produção. A

cultura da batata apresenta ciclo relativamente curto, três a quatro meses, com alta produção por área, sendo deste modo muito exigente quanto à presença de nutrientes, os quais devem estar na forma prontamente disponível na solução do solo (FELTRAN, 2005). Entre os nutrientes envolvidos no desenvolvimento da batata, o P é o que apresenta maior incremento da produção de tubérculos (NAVA et al., 2007).

A análise do teor de P no solo pode ser usada para monitorar e auxiliar no manejo do programa de fertilização fosfatada da cultura, fornecendo informações acerca da possibilidade de fornecimento de P às plantas.

As plantas de batata assimilam o P com dificuldade, conseqüentemente é importante que a presença do P no solo ocorra sob uma forma de prontamente disponível e em quantidades suficientes. No entanto, quando o solo apresentar alto índice de acidez, o P pode ser precipitado pelos íons de Fe e Al e, quando o pH for próximo a neutro, o Ca pode dificultar a assimilação do P pelas plantas.

O P-solução representa o fósforo dissolvido e fazendo parte da fase líquida do solo, sendo normalmente encontrado em concentrações muito baixas, da ordem de 0,1 a 1,0 ppm (LARSEN, 1967). As plantas absorvem fósforo da solução, o qual se movimenta até a superfície das raízes por difusão; daí a importância da manutenção de níveis adequados de fósforo na solução do solo.

Grande parte dos solos tropicais cultivados com batata apresenta limitações ao crescimento e à produção em função dos baixos teores de P (MANRIQUE, 1993), o que pode significar aumento na produtividade quando a adubação fosfatada é realizada em solos de baixa fertilidade, associado a fatores ambientais, do tipo de solo e da cultivar, uma vez que batateira possui elevada taxa de exportação de fósforo e não possui simbiose com fungos micorrízicos que ajudam a aproveitar o fósforo no solo.

Aumentos de produção podem quase sempre ocorrer quando solos receberem adubação fosfatada, de forma mais marcantes naqueles, que nunca foram antes adubados ou que se apresentaram naturalmente com baixos teores de P. Nestes, dificilmente se alcança produtividades máximas com níveis reduzidos de adubação com P.

Quando os plantios de batata são feitos em áreas já cultivadas, a quantidade de P a se aplicar dependerá da análise de solo que deverá estimar o nível de P lá já existente conforme sua textura. Solos de textura média e arenosa geralmente necessitam de menores doses de fósforo do que os de textura argilosa, que apresentam maior poder de fixação do nutriente.

Jenkins e Ali (1999) observaram alta resposta da batata à adubação fosfatada e também observaram diferenças entre os cultivares, sendo que aqueles com sistema radicular

limitado possuíam baixa capacidade de explorar os nutrientes do perfil do solo. O volume de raízes é particularmente importante para aqueles nutrientes que são relativamente imóveis no solo, tal como o P.

Moraes et al. (1991), estudando o efeito de doses crescentes de fósforo (0, 200, 400 e 600 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e gesso, sobre a produção de tubérculos, verificaram um incremento no número de tubérculos por planta, quando as doses de fósforo aumentavam, atingindo o seu máximo com 470 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, mas com diminuição no peso dos mesmos.

## 2.4 Cultivar Ágata

Uma cultivar de batata é uma coleção de plantas idênticas, em termos de genótipo, originárias de uma única planta matriz, que foi propagada vegetativamente. Portanto, trata-se de um clone, cuja identidade é mantida ao longo do tempo, a menos que ocorra uma esporádica mutação somática. Há disponibilidade de centenas de cultivares, mundialmente, e novas cultivares vêm sendo lançadas a cada ano pelos fitomelhoristas (FILGUEIRA, 2003).

Atualmente no Brasil são plantadas as variedades Ágata, Asterix, Atlantic, Cupido, Monalisa e outras, sendo que a variedade Ágata representa mais de 60% da área plantada e conseqüentemente mais de 70% da produção nacional, chegando a produzir mais de 50 toneladas por hectare. Isso ocorre pois apresenta melhor relação custo/benefício. A variedade Ágata imediatamente após a colheita preenche as exigências do mercado consumidor, pois apresenta tubérculos bem formados, com olhos rasos, pele amarela, lisa e brilhante, raramente apresentando defeitos fisiológicos. Tem, possivelmente, o maior potencial de produção entre as variedades aqui plantadas, originadas da importação (ABBA, 2007). Ela, possivelmente, manterá essa importância até que outra variedade possa suplantá-la quanto às exigências do mercado, o qual ainda valoriza apenas o aspecto externo dos tubérculos exigindo bom formato e pele lisa e brilhante.

A variedade “Ágata”, originada do cruzamento de Böhm 52/72 com Sirco, foi lançada na Holanda em 1990. Devido às suas características de precocidade, produtividade e excelente apresentação dos tubérculos, já em 1999, ano de seu registro no Brasil, integrava a lista de variedades de nove países europeus. Desde então tem sido a variedade de mais rápido crescimento em importância na bataticultura brasileira (ABBA, 2007).

As plantas possuem hastes finas que se espalham muito, com cor verde muito pronunciada; folhas moderadamente grandes, de silhueta bastante fechada e de cor verde bastante clara; folíolos grandes e largos com nervuras superficiais; floração pobre de inflorescências pequenas e flores brancas. Os tubérculos são ovais de casca amarela e predominantemente lisa, polpa de cor amarelo-claro e olhos superficiais. Destinados ao consumo fresco, bastante consistente e de cor firme quando cozidos. Praticamente impróprios para fritura (ABBA, 2007).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Instalação e condução do experimento

O experimento foi instalado e conduzido na Estação Experimental da Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba – COOPADAP (coordenadas geográficas 19° 12' 21,4" S e 46° 10' 03,4" W), localizada no município de Rio Paranaíba - MG, durante o ano agrícola de 2008/2009, em parceria com a cooperativa. A área apresenta altitude de aproximadamente 1.129 metros e clima Cwa, segundo classificação de Köppen. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo e textura argilosa. Os resultados das análises física e química do solo antes da instalação do experimento estão na Tabela 1.

**Tabela 1** – Resultados das análises química (A) e física (B) do solo antes da instalação do experimento. Rio Paranaíba, 2009.

<i>A. Análise Química</i>										
Tampão SMP	pH CaCl <sub>2</sub>	mgdm <sup>-3</sup>				cmolc dm <sup>-3</sup>				%
		P resina	K resina	Ca resina	Mg resina	Al	H+Al	SB	CTC	
5,78	5,0	25,0	0,29	4,5	0,8	0,1	5,3	5,6	10,9	51
<i>Micronutrientes</i>										
mg dm <sup>-3</sup>										
S	B	Cu		Fe		Mn		Zn		
18	0,28	0,6		51,0		14,5		12,5		
<i>B. Análise Física</i>										
g kg <sup>-1</sup>										
Argila				Silte				Areia		
610				280				110		

O plantio foi realizado em janeiro de 2009, sendo testada a variedade Ágata.

Os tratamentos consistiram de cinco doses de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) - 0, 200, 400, 600 e 800 kg ha<sup>-1</sup>, às quais foram adicionadas doses fixadas dos demais nutrientes (nitrogênio – 140 kg ha<sup>-1</sup>; potássio – 300 kg ha<sup>-1</sup>) de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG (RIBEIRO et al., 1999). As doses de nitrogênio foram aplicadas de forma parcelada, sendo 20% aplicado no sulco de plantio e 80% em

cobertura, por ocasião da amontoa (RIBEIRO et al., 1999). As doses de fósforo ( $P_2O_5$ ) utilizadas foram duas doses acima da recomendada e duas doses abaixo da recomendada para a cultura e a dose zero, equivalente ao tratamento testemunha, sendo quatro repetições em delineamento experimental de blocos casualizados.

As parcelas consistiram em seis linhas de 6,0 m de comprimento, espaçadas em 0,75 m entre si, caracterizando uma área total de 27,0 m<sup>2</sup> por parcela. As avaliações foram feitas nas duas linhas centrais e deixando-se 1,0 m de bordadura em suas extremidades, tendo como área útil 7,5 m<sup>2</sup>.

As fontes utilizadas foram: Superfosfato Simples (17%  $P_2O_5$ ), Uréia (43% N e 2%  $K_2O$ ) e Cloreto de potássio (57%  $K_2O$ ). Os adubos foram pesados separadamente na quantidade em que seriam aplicados em cada linha de plantio de cada parcela e, em seguida, misturados de modo a obter a formulação desejada.

No sulco de plantio foram adicionadas as cinco doses de fósforo, combinadas com as doses de 20% de 140 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N), 300 kg ha<sup>-1</sup> de potássio e 30 kg ha<sup>-1</sup> de micronutrientes com 2,7% de Ca (cálcio), 8,2% de S (enxofre), 12 % de Zn (zinco) e 6% de B (boro). Posteriormente, as batatas-semente foram distribuídas no sulco. A batata-semente plantada foi do Tipo III de 30-40 mm de diâmetro e o tratamento de sulco realizado com 5,0 kg ha<sup>-1</sup> de Cabrio Top (metiram – 550,0 g kg<sup>-1</sup>; e piraclostrobina – 50,0 g kg<sup>-1</sup>), 0,5 kg ha<sup>-1</sup> de Cantus (Boscalida – 500,0 g kg<sup>-1</sup>) e 1,5 L ha<sup>-1</sup> de Engeo Pleno (tiametoxam – 141,0 g L<sup>-1</sup>; e lambda-cialotrina – 106,0 g L<sup>-1</sup>).

A amontoa foi realizada 20 dias após o plantio, momento em que foi feita a adubação de cobertura com os 80% da dose de nitrogênio.

A área experimental foi preparada de acordo com o plantio convencional da cultura da batata, com a incorporação de calcário de acordo com os resultados das análises de solo que foram realizadas antes da instalação do estudo. Os tratamentos fitossanitários foram de acordo com o recomendado para a cultura. Os tratos culturais foram, de forma geral, de acordo com o que já é praticado pela cooperativa.

Basicamente foram feitas aplicações de defensivos como fungicidas e inseticidas à medida que se manifestou qualquer possibilidade de infestação através de monitoramento constante da área. A cultura foi mantida “no limpo” durante toda sua condução.

### 3.2 Avaliações realizadas

Foram realizadas amostragens de folhas aos 54 dias após o plantio (DAP), quando a cultura estava em Estádio III – tuberização, coletando-se a terceira folha completamente formada de um total de 20 plantas por parcela. As amostragens foram feitas para a realização de análises foliares. Tanto as coletas como as análises foram efetuadas de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999).

Aos 75 DAP, foi quantificado o número de hastes por tratamento, contando-se as hastes na área útil de cada parcela.

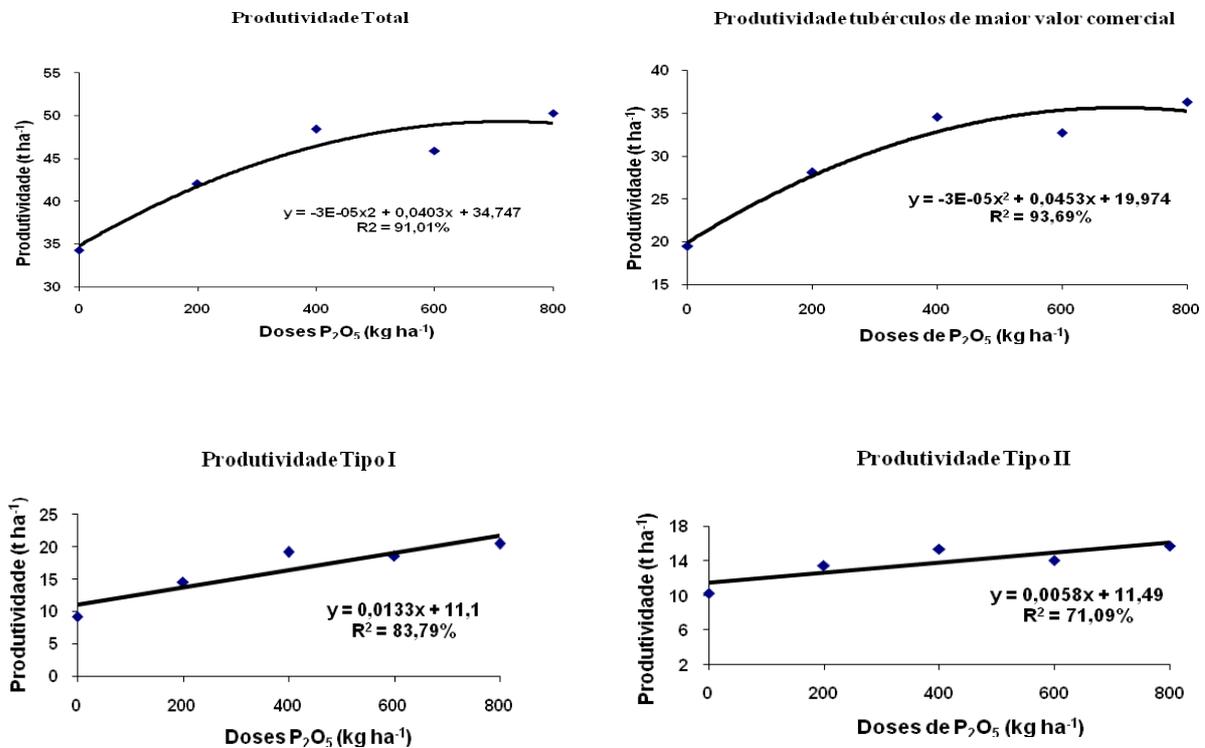
Ao final do experimento, no momento da colheita da batata (97 DAP), foi determinada a produtividade de cada tratamento, pesando-se a produção obtida em cada parcela nas classificações de acordo com o diâmetro transversal dos tubérculos em: Tipo I - >70 mm, Tipo II – > 42-70 mm, Tipo III – > 33-42 mm, Tipo IV - < 33 mm (CEAGESP, 1999) e Descarte (tubérculos podres, verdes, com nematóides, com danos mecânicos, etc.). Determinou-se a produtividade de tubérculos de maior valor comercial, ou seja, aqueles com diâmetro transversal superior a 42 mm. A estimativa da produtividade para os tratamentos foi feita com pesagem dos tubérculos das duas linhas centrais (7,5 m<sup>2</sup>), transformando os valores obtidos para uma área de um 1,0 ha.

Foi realizada análise de regressão para as doses de adubação de plantio da batata, sendo a escolha da equação mais adequada definida da seguinte forma: primeiro pelo modelo com efeito significativo e segundo, pelo ajuste através do maior valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Para os tratamentos sem diferença significativa foi traçada linha de tendência passando pela média, mantendo-se os pontos originais.

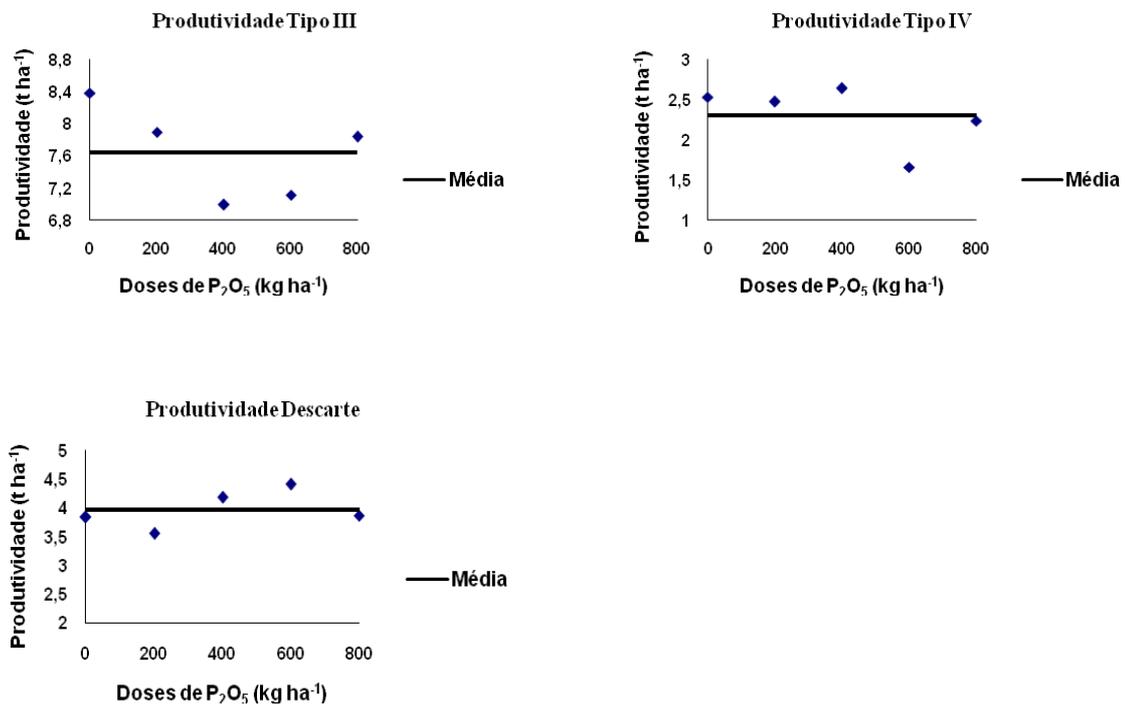
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Produtividade

A produtividade total foi avaliada em função das doses de  $P_2O_5$  na cultivar Ágata e verificou-se que houve diferenças estatísticas em função das doses utilizadas, em modelo quadrático, indicando que a cultura apresenta boas respostas à adubação fosfatada à medida que as doses de  $P_2O_5$  são aumentadas. A maior produtividade observada ( $48,28 \text{ t ha}^{-1}$ ) foi obtida com a dose de  $671,67 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ . Com relação à produtividade de tubérculos de maior valor comercial, houve diferenças significativas entre as doses aplicadas, sendo que a dose que proporcionou maior produtividade nesta classe foi a dose de  $755,00 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$  com  $37,07 \text{ t ha}^{-1}$ . As classificações Tipo I e Tipo II apresentaram aumentos significativos de produtividade de forma linear com o aumento das doses aplicadas (Figura 1). As demais classificações não apresentaram aumentos de produtividade significativos (Figura 2)



**Figura 1:** Produtividades total, tubérculos de maior valor comercial e classificações Tipo I e II em função das doses de  $P_2O_5$  aplicadas. Rio Paranaíba, 2009.



**Figura 2:** Produtividades das classificações Tipo III, IV e Descarte da variedade Ágata em função das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicadas no sulco de plantio. Rio Paranaíba, 2009.

Os resultados obtidos evidenciam que a cultura da batata responde em termos de rendimento a doses de P muito superiores que aquelas adotadas para as culturas anuais em geral. O sistema radicular pequeno e superficial e o ciclo curto da cultura podem estar relacionados com a alta exigência em P para a batata.

Houve diferenças significativas para a produtividade de batatas de maior valor comercial, sugerindo que o fósforo foi importante para o enchimento dos tubérculos. Este efeito do fósforo já foi descrito por Dias (1986) e Filgueira (2003), sendo este nutriente reconhecido como elemento chave para obtenção da alta produtividade na bataticultura, estimulando a tuberização, acelerando a maturação, aumentando a incidência de tubérculos graúdos e regulando a produção.

Assim pode-se dizer que o aumento da disponibilidade de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no solo eleva a produtividade de tubérculos de maior peso o que pode ser favorável ao produtor, já que estes são comercializados por maior valor.

Em ensaio semelhante ao realizado, Santos et al. (2009) testando as mesmas doses e fonte de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, com a mesma cultivar, também observaram aumento de produtividade com doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, verificando que a ausência de adubação fosfatada limitou

drasticamente a produtividade da batateira, gerando uma diferença entre a testemunha e a concentração máxima de aproximadamente  $16,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ .

Mallmann et al. (2007), em experimento realizado com a cultivar Ágata, testando quatro fontes de fósforo (Superfosfato simples, Superfosfato triplo, Termofosfato e fosfato reativo Arad) com quatro doses diferentes ( $120, 420, 630$  e  $840 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) verificaram que o uso do superfosfato simples resultou em médias superiores de produtividade em comparação às outras fontes e ainda a maior produtividade foi obtida com a aplicação da maior dose desta fonte  $840 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

Nava et al. (2007) verificaram que o fósforo foi o nutriente que promoveu o maior incremento da produção de tubérculos, sendo a máxima produtividade obtida com a dose  $690,0 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  com uma diferença de  $25 \text{ t ha}^{-1}$  em relação a testemunha.

Em experimentos com a cultura da batata, Fontes et al. (1987) verificaram aumento de produção com o aumento da quantidade aplicada de fósforo. A ausência de adubação e o excesso de fertilizante fosfatado causaram redução no número de tubérculos por planta.

Nota-se que o aumento das doses de fósforo aplicado eleva a produtividade total comercial, porém essas doses apresentam variações, conforme observado. As respostas ao fósforo são muito variáveis dependendo do teor no solo, tipo de solo, condições climáticas e cultivares.

#### 4.2 Número de hastes/m<sup>2</sup>

Com relação ao número de hastes por m<sup>2</sup>, não foram observadas diferenças estatísticas, sem efeito significativo entre as doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$  aplicadas. A Tabela 2 mostra as médias observadas.

**Tabela 2** – Número de hastes/m<sup>2</sup> de plantas de batata, cv. Ágata. Rio Paranaíba, 2009.

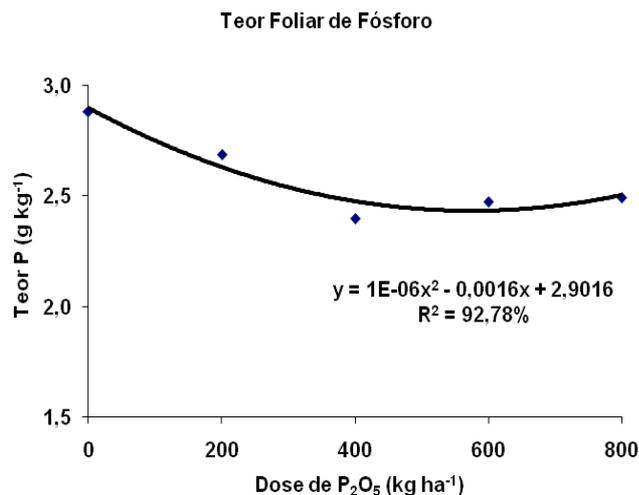
Doses de $\text{P}_2\text{O}_5$ ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Número de hastes/m <sup>2</sup>
0	16,84
200	15,97
400	17,09
600	16,72
800	18,91
CV(%)	14,31

Com base nos resultados obtidos, verificou-se que não há efeito do fósforo sobre a emissão de hastes pela planta de batata. O número de hastes por planta pode variar, dependendo da brotação e da idade fisiológica do tubérculo-semente, da região produtora e das condições climáticas de cultivo (FORTES; PEREIRA, 2003). Segundo Lopes (1997), uma planta normal de batata é composta de tantas hastes quanto forem os brotos que emergirem da batata-semente.

De acordo com Fontes e Finger (1999), quanto maior o número de hastes por  $m^2$ , maior o número de tubérculos por planta e, conseqüentemente, maior a produção da cultura. Porém o excesso de hastes pode resultar em uma produção grande de tubérculos pequenos, já que a demanda por nutrientes e reserva é muito grande e há desgaste da planta. Dias et al. (2003) observaram que quanto maior o número de hastes/ $m^2$ , maior foi o número de tubérculos/planta e maior a percentagem de refugo ou seja tubérculos com diâmetro transversal inferior a 45 mm.

### 4.3 Teor foliar de fósforo

Para as doses de  $P_2O_5$  aplicadas, houve diferença estatística entre os teores foliares de fósforo, variando em modelo quadrático quanto às doses (Figura 3). O menor teor foliar verificado foi de  $2,26 \text{ g kg}^{-1}$  de P na dose de  $800 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$  aplicada.



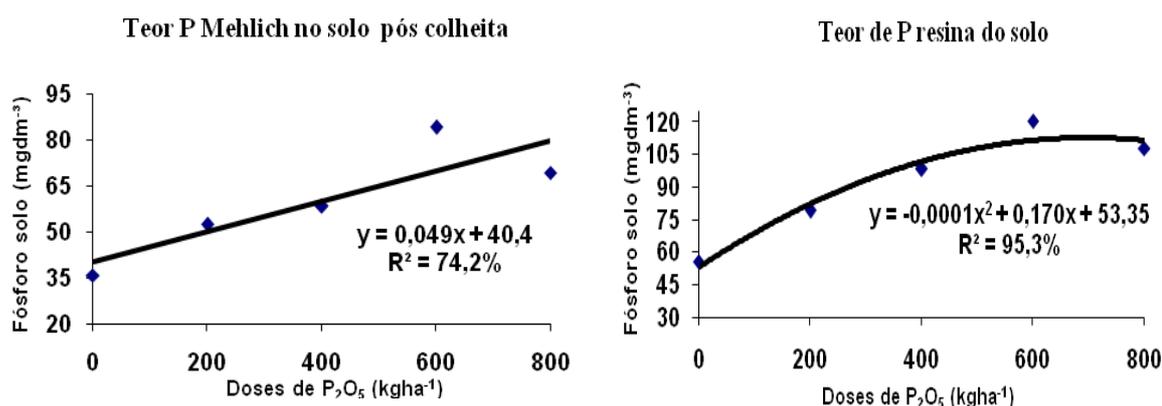
**Figura 3:** Teores foliares de P em função das doses de  $P_2O_5$  aplicadas no sulco de plantio, cv. Ágata. Rio Paranaíba, 2009.

De acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo de Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999), o teor de fósforo ideal em folhas de batata fica entre 2,9 e 5,0 g kg<sup>-1</sup>. Assim, observou-se que a testemunha obteve o maior teor de fósforo foliar, ficando entre os níveis ideais.

A redução dos teores de fósforo com o aumento das doses pode ser explicado pelo fato de a coleta ter sido feita durante a tuberação, estágio no qual é determinado o número de tubérculos por planta. Como esse nutriente é essencial neste estágio, sua maior disponibilidade no solo com o aumento das doses pode ter focado a produção de tubérculos como dreno. Fato comprovado pelo aumento de produtividade com o aumento das doses, mostrando o investimento da planta em aumentar o número de tubérculos.

#### 4.4 Teor de fósforo no solo após a colheita

Os teores de fósforo no solo após a colheita são mostrados na Figura 4 e na Tabela 3. Para os extratores Mehlich e Resina houve efeito significativo entre as doses aplicadas e para fósforo remanescente não houve.



**Figura 4:** Teores de fósforo no solo após a colheita, extratores Mehlich e Resina. Rio Paranaíba, 2009.

**Tabela 3** - Teores de fósforo remanescente após a colheita quanto às doses de  $P_2O_5$  aplicadas. Rio Paranaíba, 2009.

Doses de $P_2O_5$ kg ha <sup>-1</sup>	Fósforo Remanescente (P-rem) mg L <sup>-1</sup>
0	11,25
200	12,25
400	12,25
600	13,50
800	12,75
CV(%)	10,64

O P remanescente é um índice que mede o potencial de adsorção de fósforo no solo. Com o aumento das doses de superfosfato simples esperava-se um aumento nos valores de P-rem, ou seja, redução do potencial de adsorção de P no solo. Esse resultado pode ser atribuído ao fato de o potencial de adsorção do solo ser muito alto (solo de textura muito argilosa) e as doses de P não atingirem o máximo e/ou mesmo, o solo apresentar condições químicas não favoráveis à adsorção do nutriente.

Segundo Ribeiro et al. (1999), relacionando-se os teores obtidos de P remanescente com o extrator Mehlich, observou-se um aumento nos teores de fósforo no solo, considerados como disponibilidade de boa a muito boa, mesmo havendo aumento de produtividade com o aumento das doses. Fato que demonstra o elevado residual de fósforo no solo após o cultivo da batata.

Segundo Raij et al. (1996), os teores de fósforo obtidos pelo extrator Resina de troca aniônica - RTA, com relação às diferentes doses aplicadas, classificaram-se em disponibilidade de fósforo de média a alta. Observou-se um aumento nos teores de fósforo no solo com o aumento das doses, juntamente com o aumento de produtividade, verificando-se o residual da adubação fosfatada.

Novais et al. (2007) afirmaram que o extrator Mehlich pode subestimar os valores do “P-disponível” em solos argilosos, principalmente naqueles com pH mais elevado, em razão de ser seu poder mais desgastado pelo próprio solo. Por outro lado, para esse mesmo extrator, valores superestimados do “P-disponível” são verificados em solos com predomínio de P-Ca, dada sua gênese ou utilização prévia de fosfatos naturais de baixa reatividade, como as apatitas. Teoricamente, a utilização da Resina de troca aniônica na determinação do “P-disponível” de um solo corrige ou minimiza os problemas de subestimar ou superestimar o

disponível. A RTA tem uma função semelhante à da raiz de uma planta que, ao absorver o P da solução, vai gradualmente consumindo o P-lábil até uma possível exaustão de ambos.

## 5 CONCLUSÕES

- A produtividade de tubérculos de batata, cv. Ágata, foi influenciada pelos diferentes níveis de adubação fosfatada.
- Considerando as batatas de maior valor comercial, a dose que proporcionou maior produtividade foi  $755,0 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

## REFERÊNCIAS

- ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Anuário Estatístico**. São Paulo, 252 p., 2000.
- ABBA - Associação Brasileira da Batata. **Área, produção e produtividade**. Disponível em: [http://www.abbabatatabrasileira.com.br/images/pdf/batatabrasil\\_app.pdf](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/images/pdf/batatabrasil_app.pdf). Acesso em: 05 set. 2007.
- ABBA – Associação Brasileira da Batata. Seção Prós e Contras - Variedade Ágata. **Batata Show**: A revista da batata, Itapetininga -SP, n. 17, abr. 2007. Disponível em: <[http://www.abbabatatabrasileira.com.br/2008/revista.asp?id\\_REVCAT=17&id\\_REVCON=552](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/2008/revista.asp?id_REVCAT=17&id_REVCON=552)>. Acesso em: 5 set. 2007.
- ABBA - Associação Brasileira da Batata. **Variedades**. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/images/variedades/agata.pdf>. Acesso em: 05 set. 2007.
- BERTANI, R.M.A. **Eficiência agronômica de fosfatos na cultura da batata (*Solanum tuberosum ssp. tuberosum*)**. 1998. 113 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- CAROLUS, R. L. Chemical estimations of the weekly nutrient level of a potato crop. **American Potato journal**, New York, v. 4, p.141-153, 1937.
- CEAGESP. **Classificação da batata in natura**. São Paulo: CEAGESP, 1999. 4p.
- DECHEN, A. R.; CARMELO, Q. A. de C.; DEON, M. dall'I. Adubação com hora marcada. **Batata Show**: A revista da batata, Itapetininga -SP, n. 15, ago. 2006. Disponível em: <[http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista15\\_010.htm](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista15_010.htm)>. Acesso em: 5 set. 2007.
- DECHEN, A. R.; CARMELO, Q. A. de C.; DEON, M. dall'I. Sintomatologia de deficiência dos micronutrientes na batateira. **Batata Show**: A revista da batata, Itapetininga -SP, n. 17, p.18-19, abr. 2007. Disponível em: <[http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista17\\_011.htm](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista17_011.htm)>. Acesso em: 5 set. 2007.
- DELAZARI, P.C.; ZANGRANDE, M.B.; FILHO, N.D. Rendimento econômico da batata em função do nitrogênio, fósforo e potássio em solos do Espírito Santo. **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF, v. 7, n. 1, p. 24–27, 1989.
- DIAS, C.A.C. **Batatinha** - uma cultura muito lucrativa para quem planta com cuidado. São Paulo: Ícone, 1986. 101p.
- DIAS, G.S.; SILVA, E.C.; MACIEL, G.M. Competição de cultivares de batata na Região de Alfenas-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43. **Resumos...** Recife: SOB (CD-ROM), 2003.

FASSBENDER, H.W.; BORNEMIZA, E. **Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina**. Turrialba: IICA, 1987. 420 p.

FELTRAN, J.C.; LEMOS, L.B. Características agronômicas e distúrbios fisiológicos em cultivares de batata. **Científica**, Jaboticabal, v.33, p.9-14, 2005.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2ª revista e ampliada Viçosa: UFV, 2003. 161-192 p.

FINGER, F. L.; FONTES, P. C. R. Manejo pós-colheita da batata. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n.197, p.105-111, 1999.

FONTES, P. C. Cultura da Batata. In: FONTES, P. C. R. (Ed.). **Olericultura**: teoria e prática. Viçosa-MG: UFV, 2005. p. 323-343.

FONTES, P.C.R.; PAULA, M.B.; MIZUBUTI, A. Produtividade da batata sob influência de níveis do fertilizantes 4-14-8 e do superfosfato simples. **Revista Ceres**, Viçosa, v.34, p.90-98, 1987.

FONTES, R. R. Preparo e adubação do solo. In: LOPES, C. A.; BUSO, J. A. (Ed.). **Cultivo da Batata (*Solanum tuberosum L.*)**. Brasília-DF: EMBRAPA-CNPq, 1997. p. 10-13. (EMBRAPA-CNPq. Instruções Técnicas da Embrapa Hortaliças, 8).

KIKUTI, H. **Resposta diferencial de cultivares de milho e feijão ao efeito residual da adubação da batata**. 2000. 85f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

JENKINS, P. D.; ALI, H. Growth of potato cultivars in response to application of phosphate fertilizer. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v.135, p. 431-438, 1999.

LARSEN, S. Soil phosphorus. **Advances in Agronomy**, New York, v.19, p.151-209, 1967.

LOPES, C.A. Introdução. In: LOPES, C. A.; BUSO, J.A. (Ed.). **Cultivo da Batata (*Solanum tuberosum L.*)**. Brasília- DF: EMBRAPA-CNPq, 1997. p. 1-2. (EMBRAPA-CNPq. Instruções Técnicas da Embrapa Hortaliças, 8).

LOPES, C.A.; BUSO, J.A. Botânica. In: LOPES, C. A.; BUSO, J. A. (Ed.). **Cultivo da Batata (*Solanum tuberosum L.*)**. Brasília- DF: EMBRAPA-CNPq, 1997. p. 2-3. (EMBRAPA-CNPq. Instruções Técnicas da Embrapa Hortaliças, 8).

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MALLMANN, N.; DESCHAMPS, C.; MOGOR, Á.F.; DIAS, J.A.C.S.; CINTRA, A.P.U. . Doses e fontes de fósforo na multiplicação de tubérculos de batata-semente a campo. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE BATATA, 13, 2007, Holambra. **Resumos...** Itapetininga: ABBA, 2007. Disponível em: <[http://www.abbabatabrasileira.com.br/batatashow4/resumos/resumo\\_28.pdf](http://www.abbabatabrasileira.com.br/batatashow4/resumos/resumo_28.pdf)>. Acesso em: ago. 2009.

- MANRIQUE, L. A. Constraints for potato productions in tropics. **Journal Plant Nutrition**, Philadelphia, v.16, p.2075-2120, 1993.
- MARQUELLI, W. A.; GUMARÃES, T.G. **Irrigação na cultura da batata**. Itapetininga: Associação Brasileira da Batata, 2006. 66 p.
- MORAES, C.P.A.; NOGUEIRA, F.D.; ALVARENGA, M.A.R. Efeito de diferentes níveis de fósforo e de gesso sobre algumas características morfológicas da planta da batata (*Solanum tuberosum* L.). **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF, v. 9, n. 1, p. 45, 1991.
- NAHAS, E. **Ciclo do fósforo**: transformações microbianas. Jaboticabal: FUNEP. p. 67, 1991.
- NAVA, G.; DECHEN, A.R.; IUCHI, V.L. Produção de tubérculos de batata-semente em função das adubações nitrogenada, fosfatada e potássica. **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF, v.25, p. 365-370, 2007.
- NEVES, E. M.; RODRIGUES, L.; DAYOUB, M.; DRAGONE, D.S. Aplicação de fertilizantes na bataticultura: Comportamento de preços no plano real. **Batata Show**: A revista da batata, Itapetininga - SP, mar. 2003. Disponível em: <[http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista06\\_016.htm](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista06_016.htm)>. Acesso em: 27 jul. 2009.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, p. 470-550.
- ORTIZ, O.G.B.; CABALERO, S.U.; ALVAREZ, A.L. Influência da época de aplicação de Superfosfato triplo na eficiência da fertilização fosfatada e na produtividade da batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.23, p.963-970, 1988.
- PEREIRA, A. da S.; DANIELS, J. (Ed.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília, DF: EMBRAPA Informação tecnológica, 2003. 567 p.
- RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed, Campinas: Instituto agrônomo e Fundação IAC, 1996. 285p.
- REIS JÚNIOR, R.A.; MONNERAT, P.H. 2001. Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF, v. 19, p. 360-364, 1989.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359p.
- ROCHA, F.A.T. **Crescimento, produção e qualidade de tubérculos de batata em função da fertilização fosfatada**. 1995. 77 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- RYKBOST, K.A.; CHRISTENSEN, N.W.; MAXWELL, J. Fertilization of Russet Burbank in shortseason environment. **American Potato Journal**, New York, v.70, p.699–710, 1993.

SANCHEZ, P.A. **Suelos del trópico: características y manejo**. San José: IICA, 1981. 660 p.

SANGOI, L.; KRUSE, N.D. Doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio e características agronômicas da batata em dois níveis de pH. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v.29, p. 1331-1343, 1994.

SANTOS, W.O.; REBOUÇAS, T.N.H.; BENJAMIN, C.S.; PRADO, N.B. Resposta da batata à adubação fosfatada na região Sudoeste da Bahia. **Horticultura Brasileira**, Brasília- DF, v. 27, p. S750-S756, 2009.

SILVA, E.C.; SILVA FILHO, A.V.; ALVARENGA, M.A.R. Efeito residual da adubação efetuada no cultivo da batata sobre a produção do feijão-de-vagem. **Horticultura Brasileira**, Brasília- DF, v. 19, n. 3, p. 180-183, 2001.

VIEIRA, F. C.; SUGIMOTO, L. S Importância da adubação na cultura da batata. **Batata Show: A revista da batata**, Itapetininga-SP. n. 5, set. 2002. Disponível em: <[http://www.abbabatatabrasileira.com.br/2008/revista.asp?id\\_REVCAT=5&id\\_REVCON=158](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/2008/revista.asp?id_REVCAT=5&id_REVCON=158)>. Acesso em: 20 jan. 2009.

WINANDY, A. L. P.; VILHORDO, B.W. **Cultivares de batata**. Porto Alegre: IPAGRO, 1987. 93 p. (Boletim IPAGRO INFORMA n. 29)

WREGE, M.S.; PEREIRA, A.S.; HERTER, F.G. **Caracterização climática das regiões produtoras de batata no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 35 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 133).

WREGE, M.S.; PEREIRA, A.S.; HERTER, F.G. Climas das principais regiões produtoras de batata no Brasil. **Batata Show: A revista da batata**, Itapetininga-SP. n. 11, abr. 2005. Disponível em: <[http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista11\\_026.htm](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista11_026.htm)>. Acesso em: 20 jan. 2009.

YOST, R.S.; KAMPRATH, E.J.; NADERMAN, G.C.; LOBATO, E. Residual effects of phosphorus applications on a high phosphorus adsorbing oxisol of central Brazil. **Soil Science Society of America Proceeding**, Madison, v. 45, n. 3, p. 540-543, 1981.

ZAAG, D. E. van der. **La patata y su cultivo en los Países Bajos**. Haya: Instituto Consultivo Holandés sobre la Patata, 1993. 76 p.