

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

TALES SOUZA SILVA

**EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO
CONTROLADA NA CULTURA DA BATATA**

**Uberlândia - MG
Novembro - 2012**

TALES SOUZA SILVA

**EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO
CONTROLADA NA CULTURA DA BATATA**

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 - MG
Novembro - 2012**

TALES SOUZA SILVA

**EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO
CONTROLADA NA CULTURA DA BATATA**

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

Mcs. Atalita Francis Cardoso
Membro da Banca

Mcs. Sérgio Macedo Silva
Membro da Banca

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz
Orientador

AGRADECIMENTOS

A defesa de uma monografia significa a conclusão de uma etapa importantíssima e é a partir desse momento que paramos para refletir sobre todos os momentos difíceis e também felizes que passamos. É nesse momento também que percebemos o quanto é importante a presença de pessoas queridas ao nosso redor. Por isso, agradeço aqueles que estiveram do meu lado e me fizeram chegar até aqui.

Primeiramente obrigado minha família querida, especialmente meus pais, Maria Lucia de Souza Silva e Donizetti Oliveira Silva, que contribuíram com muito amor e carinho para esta conquista. Agradeço também ao meu irmão Kleber Souza Silva, por todo o apoio.

Meus queridos amigos da faculdade e com certeza amigos para a vida toda. Aos amigos de infância e de longas datas que me apoiaram com muita conversa, conselhos e festas que foram essenciais para continuar a caminhada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz, pela confiança empregada em mim e pelos puxões de orelha que me fizeram crescer muito profissionalmente.

A todos os integrantes da turma de pesquisa do Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz, que sem eles nada disso seria possível.

À 45ª turma do curso de Agronomia que juntos foram mais que amigos, foram uma família.

Agradeço o apoio da Empresa Produquímica.

RESUMO

O uso de fertilizante de liberação controlada é uma ferramenta interessante para o agricultor, porque além de liberar os nutrientes durante todo o ciclo da cultura, elimina aplicações de fertilizantes após o plantio. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de tubérculos de batata cultivar Asterix, em função do nível do uso de diferentes doses de adubo de liberação lenta. O experimento foi instalado e conduzido na cidade de Perdizes no estado de Minas Gerais. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 12 tratamentos (T1= uso de adubo convencional; T2= Producode K (70/30) 100% da dose + Producode P (70/30) 100% da dose; T3= Producode K (70/30) 100% + Producode P (70/30) 80%; T4= Producode K (70/30) 100% + Producode P (70/30) 60%; T5= Producode K (70/30) 100% + Producode P (70/30) 40%; T6= Producode P (70/30) 100% dose + Producode K (70/30) 80%; T7 = Producode P (70/30) 100% dose + Producode K (70/30) 60%; T8 = Producode P (70/30) 100% dose + Producode K (70/30) 40%; T9 = 70 kg/ha de N - fonte producode + 450 de P₂O₅ (fonte super triplo) + 144 de K₂O (fonte KCl); T10= 56 kg/ha de N - fonte producode + 450 de P₂O₅ (fonte super triplo) + 144 de K₂O (fonte KCl); T11= 42 kg/ha de N - fonte producode + 450 de P₂O₅ (fonte super triplo) + 144 de K₂O (fonte KCl); T12 = 28 kg/ha de N - fonte producode + 450 de P₂O₅ (fonte super triplo) + 144 de K₂O (fonte KCl) com 3 repetições, totalizando 36 parcelas, sendo cada parcela constituída por 6 linhas, espaçadas 0,8 m entre linhas, com 6 m de comprimento. Ao final dos experimentos os tubérculos foram colhidos, pesados e classificados de acordo com o diâmetro dos tubérculos e com as características da espécie. Para a cultivar Asterix foram classificadas em Especial, Segunda, Diversa, Boneca e Descarte. Foi realizada a produtividade da área útil das parcelas e convertidos em kg ha⁻¹. Conclui-se que a redução de 20% da dose de potássio e nitrogênio utilizando o fertilizante de liberação lenta se mostrou superior à adubação convencional com maiores médias na produtividade total, comercial e nos tubérculos de maior diâmetro, sendo maiores reduções na adubação inviáveis, pois demais reduções influenciam negativamente a produtividade. O fracionamento da adubação fosfatada se mostrou inferior de maneira geral à adubação com adubo convencional, pois a produtividade total, comercial e os maiores tubérculos tiveram menores médias estatísticas. Resultado importante seja vista a dispensa da cobertura.

Palavras chave: Batata. Adubos de liberação lenta. Produtividade.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1 A cultura da Batata (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	9
2.2 Adubação mineral	10
2.3 Fertilizantes de liberação lenta.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Caracterização da área experimental	14
3.2 Instalação e condução do experimento	14
3.3 Variáveis analisadas e análise estatística	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1 Efeito da adubação fosfatada.....	17
4.2 Efeito da adubação potássica.....	19
4.3 Efeito da adubação nitrogenada.....	23
5 CONCLUSÕES	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A Batata, *Solanum tuberosum*, é mundialmente caracterizada como um alimento popular, sendo a 4ª fonte de alimento mundial, perdendo para o Trigo, Arroz e o Milho. Historicamente e até os dias de hoje é base alimentar de vários países, principalmente os de clima temperado. A batata devido a sua composição é um dos alimentos mais consumidos no mundo, sendo fornecedora de proteína de alta qualidade, vitaminas e sais minerais.

No Brasil teve seu cultivo iniciado no início do século XX e hoje é a principal hortaliça, com área plantada de cerca de 150.000 hectares, englobando as três safras de plantio, das águas, da seca e de inverno, com produção de cerca de 3.6 milhões de toneladas, sendo a safra das águas a de maior produção, com cerca de 1.5 milhões de toneladas (IBGE, 2010).

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).

Segundo FILGUEIRA (2003), a batateira é dividida em quatro estádios de desenvolvimento. A fase I tem início no plantio da batata-semente e vai até a emergência; a fase II compreende o intervalo entre a emergência e o início da tuberização; a fase III vai do início da tuberização até o enchimento dos tubérculos e a fase IV compreende o período de maturação ou senescência.

De acordo com FONTES (1997), a eficiência dos nutrientes sobre o rendimento das plantas depende de alguns fatores, com a cultivar, densidade de plantio, cultura antecessora, condições climáticas, tipo de solo, capacidade de adsorção dos nutrientes e capacidade de remoção dos nutrientes pelas culturas, ou seja, o sistema de produção como um todo. Ainda de acordo com o autor, é importante observar o momento adequado para realização das práticas culturais, a precisão e o equilíbrio na quantidade de insumos, fundamentais para obtenção de produtividades satisfatórias. Além disso, as doses de adubação, a serem fornecidas no decorrer do ciclo, devem ser determinadas considerando-se os critérios de produtividade e sustentabilidade da produção, porque os nutrientes não absorvidos pelas plantas apresentam risco de poluição ambiental (EPPENDORFER; EGGUM, 1994; ANDRIOLO et al., 2006).

A extração de nutrientes do solo é variável de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta, diferentes cultivares, tubérculos-sementes, produção esperada,

temperatura, umidade, luminosidade, época de plantio, tratos culturais aplicados, adubos utilizados, formas de aplicação, quantidade de nutrientes absorvidos e exportados pelos tubérculos, dentre outros (FONTES, 2005).

Alternativas tecnológicas têm sido buscadas para que seja possível reduzir o custo e manter e/ou elevar a produtividade da batateira. Uma possibilidade de diminuir a utilização indiscriminada de fertilizantes na cultura da batata é o uso de fertilizante de liberação controlada que é uma ferramenta interessante para o agricultor, pois além de liberar os nutrientes durante todo o ciclo da cultura, elimina aplicações de fertilizantes após o plantio. A técnica de fertilização consiste no emprego de adubos encapsulados de liberação gradual (BOCKMAN; OLFS, 1998).

As principais vantagens destes tipos de fertilizantes, segundo SHAVIV (2001), são: fornecimento regular e contínuo de nutrientes na época necessária para as plantas; menor frequência de aplicações; redução de perdas de nutriente por lixiviação, denitrificação, imobilização e ainda volatilização; eliminação de danos causados a sementes e raízes devido à alta concentração de sais; maior praticidade no manuseio dos fertilizantes; redução da poluição ambiental pelo NO_3^- , atribuindo valor ecológico à atividade agrícola (menor contaminação de águas subterrâneas e superficiais); redução nos custos de produção.

Portanto o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência agrônômica, de doses e fontes de nitrogênio, fósforo e potássio, revestidas ou não com polímeros nos componentes de produção e na produtividade da cultura da batata, visando obter melhor desenvolvimento, produtividades e qualidade de tubérculos e reduzindo possíveis custos aos produtores.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da Batata (*Solanum tuberosum* L.)

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma solanácea originária da Cordilheira dos Andes, na América do Sul. O gênero *Solanum* possui cerca de duas mil espécies, das quais cerca de 150 apenas são formadoras de tubérculos. Essas espécies são de ocorrência no seu centro de origem e especiação, sendo que apenas oito espécies são cultivadas (HAWKES, 1990), e dentre estas, apenas *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum* é cultivada nos países ocidentais.

Sua parte aérea é herbácea com numero de hastes variáveis, dependendo da brotação e da idade fisiológica do tubérculo-semente, da região produtora e das condições climáticas de cultivo (FORTES; PEREIRA, 2003). A planta possui dois tipos de caules: aéreos e subterrâneos. Os caules subterrâneos adaptados para reserva e reprodução chamados de tubérculos, que é a parte da planta de interesse biológico e econômico (FILGUEIRA, 2000; FORTES; PEREIRA, 2003). Além disso o sistema radicular é relativamente superficial, podendo ser raízes adventícias quando o plantio é feito com batata-semente ou raiz pivotante com raízes laterais quando do uso de semente verdadeira (semente-botânica). Suas folhas são compostas com diferentes tonalidades de verde dependendo da cultivar e suas flores em coloração variando de branco á azulada.

A batata é um dos alimentos mais completos, apesar da crença popular de que a batata só contém carboidratos, seus tubérculos contêm proteínas de alta qualidade, além de considerável quantidade de vitaminas e sais minerais (LOPES, 1997). Em decorrência da importância socioeconômica desta cultura, a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) declarou que a batata tem função estratégica ao combate a fome e a pobreza no mundo (FAO, 2008).

A batata é a principal hortaliça do agronegócio brasileiro, sendo que seu cultivo tem se modificado nos últimos anos. Essa mudança ocorreu no perfil de produtores, uma vez que deixou de ser uma cultura de caráter exclusivamente familiar, em que passou a ocorrer um aumento na produção, passando de 2,23 milhões de toneladas, em 1990, para 3,57 milhões de toneladas em 2010, em uma área de 141 mil hectares (IBGE, 2011). O rendimento médio

aumentou de 18,5 t ha⁻¹ em 2001, para 25,3 t ha⁻¹ em 2010 (IBGE, 2011). Porém em áreas produtoras de alta tecnologia tem-se chegado a produtividades na faixa de 40 a 50 t ha⁻¹.

As maiores produções são registradas nas regiões sudeste e sul, porém outras regiões como a nordeste tem grande crescimento nos últimos anos com o estado da Bahia. Os maiores produtores são os estados de Minas Gerais, Paraná, São Paulo e Rio Grande do Sul, que respondem por cerca de 80% da produção nacional (IBGE, 2011).

O Brasil possui inúmeras cultivares de batata cada qual com suas características distintas desejáveis como produtividade e teor de matéria seca. Há disponibilidade de centenas de cultivares, mundialmente, e novas cultivares vêm sendo lançadas a cada ano pelos fitomelhoristas (FILGUEIRA, 2003).

A sua propagação é realizada vegetativamente por meio de tubérculos, para fins comerciais, sendo a plantação de uma só cultivar um agrupamento de clones. O plantio através de sementes botânicas é mais empregado com finalidade de melhoramento genético.

A cultura da batata apresenta ciclo relativamente curto, com alta produção por área, sendo deste modo muito exigente quanto à presença de nutrientes, na forma prontamente disponível na solução do solo (MAGALHÃES, 1985; FELTRAN, 2005).

2.2 Adubação mineral

O cultivo da batateira no Brasil é intenso, e o uso de fertilizantes em dosagens elevadas aumenta substancialmente o custo de produção da cultura. A demanda relativa de fertilizantes para a cultura da batata é a maior entre as culturas produzidas no Brasil. A utilização destes é um fator preponderante para se conseguir altas produtividades. Assim, no cultivo da batata em sistemas intensivos, normalmente são utilizadas altas doses de fertilizantes químicos com N, P e K (COGO et al., 2006; SILVA et al., 2007). De acordo com ANDA (2000), a batata é a cultura que apresenta uma demanda de fertilizantes 5,7 vezes maior que a soja, podendo chegar a atingir até 6.000 kg ha⁻¹ de fertilizantes aplicados em um único cultivo (RIBEIRO, 1999). Segundo a AGRIANUAL (2009), dependendo da época de cultivo, o custo com fertilizantes pode representar mais de 32% dos custos de produção.

Segundo CARDOSO et al. (2007), a utilização indiscriminada de fertilizante está presente nas áreas de cultivos de batata e, em consequência desse uso excessivo, ocorre o aumento do custo de produção, além da redução da qualidade dos tubérculos. Em geral,

produtores de batata fazem uma única adubação no plantio ou fazem uma adubação de cobertura junto com a operação de amontoa (20 a 30 dias após o plantio). É recomendada o parcelamento da adubação nitrogenada e potássica na cultura da batata, pois ele proporciona algumas vantagens como: menor perda por lixiviação (K e N), menor perda por volatilização (N) e redução do efeito salino.

O desenvolvimento da planta de batateira e o crescimento dos tubérculos estão diretamente relacionados com a disponibilidade de N no solo, o qual, raramente, contém quantidade suficiente de N, havendo necessidade de complementação pela aplicação de adubos nitrogenados, em doses apropriadas (GIL, 2001).

Para tanto, devem ser evitadas doses muito altas de N principalmente as aplicadas tardiamente, que induziriam a planta a produzir folhas em demasia e a alongar seu crescimento e maturação, o que implicaria na redução do período desejável de tuberização e conseqüente menor armazenagem de amido nos tubérculos, o que resultaria em menor produtividade (BEUKEMA ; ZAAG, 1990; FONTES, 1987).

O potássio é o nutriente absorvido em maior quantidade pelas culturas, sendo o cátion mais abundante nos vegetais (MARSCHNER, 1995). O potássio é o nutriente mais removido do solo pelos tubérculos e sua exportação é de normalmente 1,5 vezes maior que a do nitrogênio e quatro a cinco vezes superior a do fósforo (YORINORI, 2003). Exerce influencia positiva sobre a porcentagem de tubérculos graúdos e de maior peso (GRUNER, 1963).

O P se encontra presente nos ácidos nucléicos e 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 P tem influência significativa na redução do ciclo vegetativo e no aumento do número de tubérculos por planta de batata, mas pouco contribui para o aumento da produtividade e para tamanho do tubérculo (FONTES, 1999; ZAAG, 1993).

Porem qualquer elemento em excesso ou em falta pode prejudicar todo o manejo da cultura influenciando negativamente a qualidade e a produtividade de tubérculos. Com isso mais estudos sobre a nutrição mineral em batateira são necessários em relação à produtividade e qualidade dos tubérculos, principalmente nas regiões que apresentam microclimas favoráveis ao cultivo dessa hortaliça, a exemplo do Triângulo Mineiro e da Bahia, onde ocorre um incremento da crescente produção agrícola.

2.3 Fertilizantes de liberação lenta

Um dos grandes problemas com relação às adições de fertilizantes diz respeito à perdas por lixiviação, precipitação, complexação e volatilização. Na tentativa de diminuir essas perdas surgem os fertilizantes de liberação lenta (MANGRICH et al., 1988, 1998, 2001; LOMBARDI et al., 2002, 2006, FUKAMACHI et al., 2007a; ARIZAGA et al., 2008a; ARIZAGA et al., 2008b). Pesquisas científicas procuram desenvolver fertilizantes de liberação lenta, ou de liberação controlada, com vistas à eficiência agrícola econômica e ambiental (LIANG e LIU, 2006).

Adubos de liberação lenta ou controlada são aqueles que atrasam a disponibilidade inicial dos elementos ou incrementam a sua disponibilidade no tempo através de diferentes mecanismos. Segundo TRENKEL (2007), os produtos de degradação microbiana são normalmente designados comercialmente como adubos de liberação lenta e aqueles que são revestidos por películas de enxofre ou polímeros de natureza diversa são designados de adubos de liberação controlada. Ainda, segundo o autor, fertilizantes estabilizados são apenas aqueles que se modificam durante o processo de fabricação com a introdução de um inibidor da nitrificação.

De acordo com LIANG e LIU (2006) os fertilizantes de liberação lenta ou controlada podem ser divididos em três diferentes classes. A classe um corresponde aos fertilizantes de liberação lenta de primeira classe que são constituídos por formulações obtidas por intercalação de fertilizantes solúveis em argilominerais ou óxidos hidróxidos lamelares. A classe dois dos fertilizantes de liberação lenta de segunda classe onde a liberação de fertilizante para as plantas é realizada por meio de polímeros que podem ser biodegradados por microorganismos presentes no solo. E a classe três dos fertilizantes de liberação lenta de terceira classe que compreendem os fertilizantes solúveis revestidos por materiais inertes e porosos. A liberação do fertilizante, neste caso, é controlada por difusão através do revestimento, utilizando frequentemente os materiais inorgânicos, como o enxofre, fosfatos e silicatos ou materiais orgânicos, por exemplo, resinas, borrachas e ceras, ou ainda intercalados em argilominerais como a caulinita (FUKAMACHI, 2007b).

Existem várias formulações de revestimentos no mercado de fertilizantes. A uréia-formaldeído onde o processo de liberação dos nutrientes fica dependente da degradação microbiana, isobutilideno-diurea ficando a liberação dos elementos dependente do tamanho do grânulo, crotonilideno-diureia que tem o tamanho do grânulo, umidade e temperatura

como decisivos na degradação do produto, revestimento da uréia com enxofre que a degradação depende da espessura da membrana, revestimentos com polímeros que são cadeias longas difíceis de degradar e sua permeabilidade vai depender dos tamanhos dos poros e da temperatura e os fertilizantes que incorporam na sua composição compostos químicos que inibem a nitrificação (TRENKEL, 2007).

Em vista do recobrimento dos fertilizantes tradicionais por substâncias orgânicas, inorgânicas ou resinas sintéticas, tais fertilizantes liberam nutrientes de forma gradual. Tais substâncias são, em sua maioria, derivadas de uréia, como poliamidas, enxofre elementar ou, ainda, polímeros das mais diversas naturezas. Cada grânulo possui os nutrientes primários (NPK) e uma gama completa de microelementos, onde este é envolvido por uma película especial que libera os nutrientes à medida que a umidade aumenta. O período de liberação é em média de 3 a 4 meses.

Dessa maneira, a eficiência da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica podem ser ampliadas mediante o uso de fertilizantes de liberação lenta, com significativa redução de perdas e melhor disponibilização às plantas (KHALAF & KOO, 1983; COX, 1993; DIEZ et al., 1994). Esse tipo de fertilizante apresenta evidentes vantagens sobre os convencionais em diversas culturas, como arroz, hortícolas e ornamentais (HEFNER & TRACY, 1991; CSIZINSZKY, 1994; SHIFLETT et al., 1994) em diferentes tipos de solo, climas e manejos.

Apesar de apresentarem maior custo, com relação às fontes convencionais de fertilizantes, seu uso pode ser economicamente, viável, porque permite a utilização de até 50% da dose de N e P_2O_5 e até 30% da dose de K_2O , sem comprometer a produtividade (FERREIRA, 2010). Logo, os fertilizantes de liberação gradual podem trazer diminuição ao custo de produção e menores impactos ambientais, reduzindo as perdas por volatilização, lixiviação e fixação de nutrientes (VALDERRAMA, 2009).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em Perdizes (19°21'10"S e 47°17'34" O) Minas Gerais, no período entre 13 de julho a 23 de dezembro de 2011, utilizando a cultivar Asterix, destinada a indústria, em área cedida pela empresa Agropecuária Rocheto. O clima é classificado como Aw (megatérmico), com duas estações bem definidas, tropical quente, segundo a classificação de KOPPEN, apresentando inverno frio e seco.

Os trabalhos foram desenvolvidos no período de verão, momento caracterizado por grande quantidade de chuvas e calor intenso, existindo porém a termoperiodicidade necessária ao bom desenvolvimento da cultura, com a temperatura variando de 10 a 12 graus do dia para a noite. Todo projeto foi desenvolvido em parceria a empresa Produquímica.

3.2 Instalação e condução do experimento

O preparo do solo foi realizado de acordo com o recomendado para a cultura da batata, por meio de uma aração seguida de gradagem destorroadora/niveladora e, posteriormente, abertura dos sulcos. Durante todo o ciclo da cultura, a empresa responsável pela respectiva área, efetuou os tratamentos fitossanitários e culturais necessários, realizando a amontoa aos 30 dias após o plantio (momento da cobertura) e fornecendo cerca de 600 milímetros de lâmina de irrigação durante o ciclo da cultura via pivô central, conforme necessidade.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com o uso de adubos convencionais e diferentes doses do adubo polimerizado Producode, em três repetições. O experimento teve no total 36 parcelas, sendo que cada parcela constituída por 6 linhas, espaçadas 0,8 m entre linhas, com 6 m de comprimento, totalizando 28,8m² de área total por parcela. As avaliações foram realizadas nas 2 linhas centrais, desprezando-se duas linhas de cada lado dos blocos e o primeiro metro inicial e o último metro final de cada bloco, tendo como área útil da parcela 6,4m².

Os tratamentos constaram de testemunha com fertilizante convencional NPK, na dosagem determinada conforme recomendação técnica, baseado no resultado da análise de solo e sendo realizadas as etapas de aplicação tradicional (plantio 1500 kg de 02-30-04. + cobertura com 120 Kg de nitrato de amônio e 140 kg de KCl ha⁻¹). Nos tratamentos com adubos de liberação controlada, foi feita a mesma recomendação técnica do tratamento convencional, porém toda a recomendação de adubação foi em aplicação no plantio em uma única operação, sendo dispensada a adubação de cobertura. Os adubos foram aplicados no sulco de plantio imediatamente antes deste.

Os tratamentos foram constituídos de variações nas doses de N, P e K. A partir do tratamento com a mesma dose da adubação convencional, porém com o fertilizante Producote tanto para N, P e K fez-se uma redução de 20%, 40% e 60% da dose para P e K. Para o N fez-se uma redução de 20%, 40% e 60% porém complementando o P e K com uma fonte convencional. Para melhor entendimento tem-se a descrição dos tratamentos na Tabela 1.

Tabela 1.- Descrição dos tratamentos objeto do estudo no trabalho. UFU, Perdizes-MG, 2012.

Tratamentos	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
	% da dose usada pelo produtor		
1 (Testemunha)	100%Convencional	100% Convencional	100%Convencional
2	100%Producote	100% Producote	100% Producote
3	100% Producote	80% Producote	100% Producote
4	100% Producote	60% Producote	100% Producote
5	100% Producote	40% Producote	100% Producote
6	100% Producote	100% Producote	80% Producote
7	100% Producote	100% Producote	60% Producote
8	100% Producote	100% Producote	40% Producote
9	100% Producote	100% Convencional	100% Convencional
10	80% Producote	100% Convencional	100% Convencional
11	60% Producote	100% Convencional	100% Convencional
12	40% Producote	100% Convencional	100% Convencional

O adubo de liberação lenta da empresa é um adubo resultante da adição de nitrogênio, fósforo e potássio encapsulado com enxofre e resina orgânica, que proporciona a liberação gradativa e controlada destes elementos. O período de liberação é em média de 3 a 4 meses.

3.3. Variáveis analisadas e análise estatística

Depois de completado o ciclo da cultura realizou-se a colheita da parcela útil de maneira manual, sendo os tubérculos pesados e classificados. A classificação foi feita de acordo com o diâmetro dos tubérculos em Especial (tubérculos com diâmetro maior que 45 mm), Segunda (tubérculos com diâmetro entre 33 a 45 mm), Diversa (tubérculos com diâmetro abaixo de 33 mm), Boneca (tubérculos com anomalias fisiológicas) e Descarte (tubérculos com danos mecânicos graves e doenças). Com isso determinou-se o peso total da parcela, peso de tubérculos comerciais (Especial + Segunda + Diversa) e o peso das diferentes classes. Os dados foram convertidos em produtividade por hectare.

As médias foram submetidas à análise de variância a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnet para comparação das respectivas doses do fertilizante revestido com a testemunha e a análise de regressão polinomial. Para as análises, foi utilizado o programa estatístico ASSISTAT (SILVA, 2006) e SISVAR (FERREIRA, 2000) para Dunnet e Regressão, respectivamente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeito da adubação fosfatada

Pelo teste de Dunnett a 0,05 de significância todas as variáveis analisadas apresentaram diferença significativa entre a adubação tradicional e a adubação com produtote, exceto a classe segunda que não apresentou diferença significativa entre as adubações (Tabela 2). A produtividade total, produtividade comercial e a produção de tubérculos da classe especial, na comparação pontual, apresentaram medias inferiores ao encontrado na adubação convencional em todas as doses. Com isso nota-se que para o P o uso do polímero excluindo-se a adubação de cobertura se mostrou ineficaz. De acordo com Malhi *et al.* (2001), o uso de fertilizante fosfatado de liberação gradual poderá resultar em deficiências no início da temporada de algumas culturas, e essa deficiência pode limitar severamente o seu potencial produtivo. Segundo Ferreira (2010), o uso de fontes de liberação lenta permite a utilização de até 50% da dose de P_2O_5 sem comprometer a produtividade, o que não foi observado neste trabalho.

As plantas de batata assimilam o P com dificuldade, conseqüentemente é importante que a presença do P no solo ocorra sob uma forma prontamente disponível e em quantidades suficientes, pois o P se encontra presente nos ácidos nucléicos e é especialmente importante para a formação de tubérculos e para o crescimento da raiz da batateira (ZAAG, 1993).

Em contrapartida, houve um aumento na produção de tubérculos das classes diversa e boneca, com exceção nas doses 100 % e 40 % onde obteve-se valores inferiores para a produção da classe boneca. A classe descarte apresentou diferença significativa apenas na dose 100 %, onde produziu-se 2,2 vezes mais tubérculos do que a adubação convencional, o que se mostra um ponto negativo contribuindo para um menor rendimento. Segundo Davenport *et al* (2002), a adubação fosfatada influencia diretamente a classificação dos tubérculos.

Tabela 2 - Produtividade total, comercial e de diferentes classes de tubérculos cultivar Astexix cultivado com diferentes fontes e doses de fósforo. UFU, Perdizes-MG, 2012.

Variáveis	Adubação						
	Convencional	Producote					
		100 %	80 %	60 %	40 %	DMS	CV%
P. Total	50,12	44,31*	39,56*	45,90*	39,99*	5,18	4,48
P.Comercial	47,07	40,52*	35,36*	42,28*	37,24*	5,17	4,85
Especial	24,78	18,47*	14,28*	23,50*	17,37*	3,45	6,67
Segunda	21,39	18,39	18,77	18,06	17,98	3,55	7,13
Diversa	0,90	3,66*	2,32*	0,72*	1,89*	0,49	9,90
Boneca	1,85	1,14*	2,86*	2,45*	1,02*	0,41	8,39
Descarte	1,20	2,66*	1,33 ^{ns}	1,17 ^{ns}	1,73 ^{ns}	0,51	11,92

*,^{ns} significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste de Dunnet a 5% de significância.

Analisando-se a tabela 3, observa-se que pela análise de variância a 0,05 de significância, a produtividade total, comercial e as classes de tubérculos especial e segunda não apresentaram diferença significativa em relação às doses de fósforo do adubo revestido. A diferença se deu apenas na produção dos tubérculos da classe diversa, boneca e descarte.

Tabela 3. Resumo do quadro de análise de variância, cultivar Asterix, em função das diferentes doses do adubo fosfatado. UFU, Perdizes-MG, 2012.

FV	P.Total	P.Comercial	Especial	Segunda	Diversa	Boneca	Descarte
P₂O	0,0830 ^{ns}	0,0990 ^{ns}	0,0615 ^{ns}	0,8723 ^{ns}	0,0000*	0,0000*	0,0006*
Bloco	-	-	-	-	-	-	-
Resíduo	-	-	-	-	-	-	-
C.V	4,20	4,45	6,87	7,06	7,78	7,63	12,72

A produção de tubérculos das classes diversa e boneca enquadraram-se em um ajuste quadrático negativo em função das doses de fósforo adicionadas. Observando-se a curva de tendência dos gráficos (Figura 1A e 1B), nota-se que a medida em que aumentou a dose do adubo ocorreu uma redução na produção de tubérculos até um ponto mínimo de 1,08 t ha⁻¹ e 1,17 t ha⁻¹ na dose de 64 % e 59 % para as classes diversa e descarte, respectivamente. A partir desse ponto houve tendência no aumento na produção de tubérculos até a maior dose.

Para a produção de tubérculos da classe descarte nota-se que também há um ajuste quadrático da curva de tendência, mas positivo em função das doses de P_2O_5 . A análise do gráfico (Figura 1C) evidencia um incremento na produção de tubérculos até um ponto máximo de $2,86 \text{ t ha}^{-1}$ obtida na dose 71 %, e a partir deste observa-se uma redução na produção de tubérculos dessa classe até a dose máxima.

SANGOI e KRUSE (1999) avaliando doses de fósforo (200, 400, 600 e 800 kg ha^{-1}), constataram que quantidades mais elevadas de P estimularam a produção de tubérculos com maior diâmetro, diferentemente do encontrado do presente trabalho.

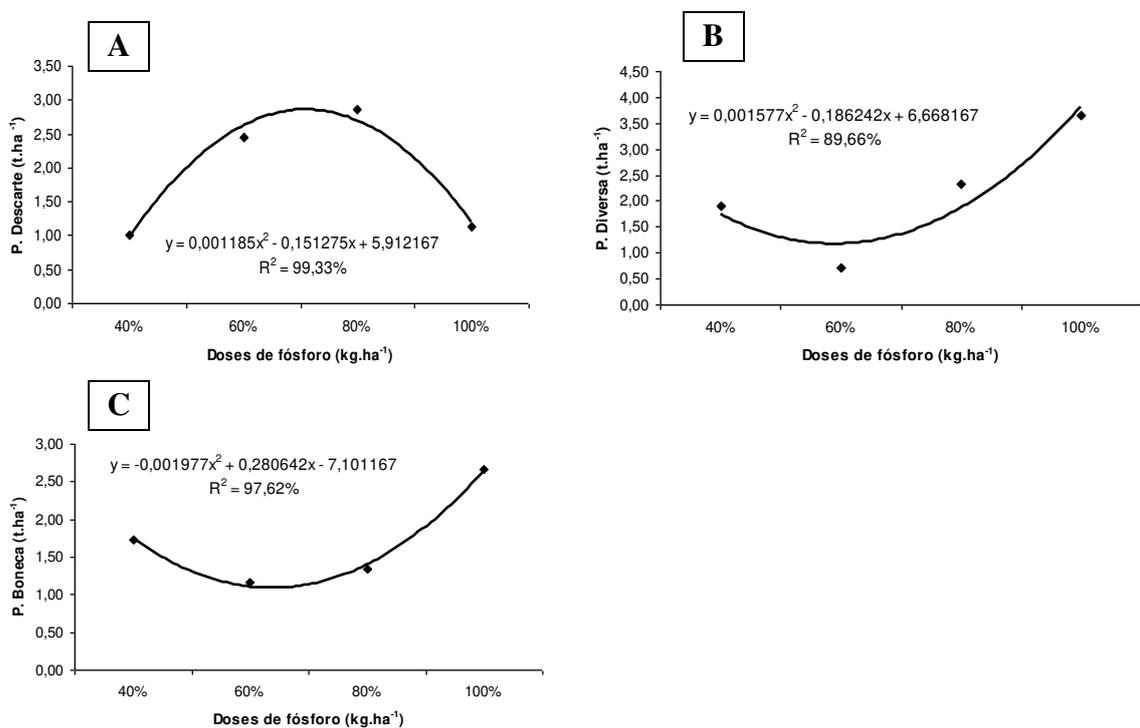


Figura 1. Produtividade de tubérculos das classes descarte (A), diversa(B) e boneca(C) em função da adubação com diferentes doses do fertilizante revestido (Producote). UFU, Perdizes-MG, 2012.

4.2 Efeito da adubação potássica

De acordo com a tabela 4, nota-se que todas as variáveis analisadas foram significativas ($P < 0,05$) pelo teste de Dunnet. Analisando-se a produtividade total, percebe-se que 80% e 60% da dose pela fonte producote se mostrou igual estatisticamente à fonte convencional utilizada pelo produtor. Porém quando utilizamos apenas 40% da dose, esta

produtividade total é afetada sendo inferior estatisticamente. No entanto apesar de não diferirem estatisticamente do convencional nota-se que, na média, quando se empregou 80% da dose obteve-se uma produtividade total de 5 t.ha⁻¹ maior em relação à adubação realizada pelo produtor. Depois de separado os tubérculos comerciais a produtividade se iguala estatisticamente a convencional na dose de 80%, porem utilizando 60% e 40% da dose se mostra inferior pelo teste. Apesar da igualdade, em media, a fonte revestida produziu 3 t.ha⁻¹ a mais em relação à testemunha. Segundo FERREIRA (2010), o uso de fontes de liberação lenta permite a utilização de até 30% da dose de K₂O sem comprometer a produtividade.

Este resultado mostra que a fonte revestida disponibilizou o nutriente de forma eficiente, colocando-o a disposição da planta no momento adequado. Segundo YORINORI (2003), o as maiores taxas de acumulo de K ocorrem no período de tuberização. A fonte convencional por ser prontamente disponível no solo pode não suprir as necessidades da planta, diferentemente da fonte revestida.

E importante ressaltar que no uso da adubação com produtote não se utilizou da adubação de cobertura, sendo feita a amontoa sem o uso de fertilizante. Isso mostra que o adubo é eficaz na liberação gradativa do nutriente mesmo em igualdade a fonte convencional, pois há uma economia na quantidade de adubo pela redução da dose, dispensa do uso na cobertura e um maior ritmo operacional na realização da amontoa.

Para a cultivar estudada, quanto mais tubérculos se enquadrarem na classe especial melhor será o resultado, pois são destinados a industria para produção de fritas. Tomando isso em consideração nota-se que quando se utilizou 80% da dose à produtividade foi superior a convencional chegando a uma produtividade de 36,96 t.ha⁻¹, sendo superior em 12 t.ha⁻¹ a convencional. Entretanto, com 60% e 40% da dose a produtividade se mostrou igual e inferior a convencional, respectivamente. CARDOSO (2007), avaliando o parcelamento de N e K verificou efeitos significativos das concentrações de potássio sobre o numero de tubérculos graúdos por planta das cultivares Vivaldi e Ágata. O K é considerado um nutriente importante no desenvolvimento dos tubérculos, pois exerce efeito positivo sobre a porcentagem de tubérculos graúdos e de maior peso (GRUNER, 1963).

Para as demais classes observa-se que em todas as doses a fonte revestida foi superior a convencional, com exceção para dose de 40% na produção de tubérculos classificados como descartes que não apresentou diferenças.

Tabela 4. Produtividade total, comercial e de diferentes classes de tubérculos cultivar Astexix cultivado com diferentes fontes e doses de potássio. UFU, Perdizes-MG, 2012.

Variáveis	Adubação					
	Convencional	Producote				
		80 %	60 %	40 %	DMS	CV%
P. Total	50,12	55,05 ^{ns}	46,45 ^{ns}	39,59*	5,51	4,27
P.Comercial	47,07	50,08 ^{ns}	41,89*	37,10*	5,42	4,56
Especial	24,78	36,96*	23,12 ^{ns}	20,32*	4,18	5,89
Segunda	21,39	10,29*	14,95*	13,90*	1,82	4,46
Diversa	0,90	2,82*	3,82*	2,89*	0,40	5,67
Boneca	1,85	2,53*	1,00*	1,25*	0,36	8,16
Descarte	1,20	2,44*	3,56*	1,24 ^{ns}	0,78	13,75

*, ns significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste de Dunnet a 5% de significância.

O resumo do quadro de análise de variância para regressão em função das doses de potássio mostra que todas as variáveis foram influenciadas pela adubação, apresentando diferença significativa ($P < 0,05$) (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo do quadro de análise de variância, cultivar Asterix, em função das diferentes doses de potássio.

FV	P.Total	P.Comercial	Especial	Segunda	Diversa	Boneca	Descarte
P₂O₅	0,0006*	0,0012*	0,0002*	0,0005*	0,0024*	0,0000*	0,0033*
Bloco	-	-	-	-	-	-	-
Resíduo	-	-	-	-	-	-	-
C.V	3,22	3,56	5,13	3,45	4,85	7,63	14,56

Analisando-se os gráficos da figura 2a, percebe-se que a produtividade total e comercial obteve um ajuste linear positivo em função das doses de potássio adicionadas. O aumento da produtividade da batateira em função de doses de K já foi comprovada, mostrando seus efeitos positivos (DAVENPORT; BENTLEY, 2001; ABDELGADIR et al., 2003).

As equações de regressão mostram que se não fosse utilizado o produto a produtividade total e comercial seria na ordem de 23,84 t.ha⁻¹ e 23,56 t.ha⁻¹, respectivamente. No entanto a cada kg de adubo revestido adicionado teríamos um incremento de 0,38 e 0,32

t.ha⁻¹ na produtividade total e comercial, respectivamente. Portanto a maior dose alcançou as maiores produtividades que foram de 55,05 t.ha⁻¹ e 50,08 t.ha⁻¹ para produtividade total e comercial, respectivamente. FONTES et al. (1996) alcançou uma produtividade de 30,5 t.ha⁻¹ utilizando 736 kg ha⁻¹ de K₂SO₄, produtividade inferior ao obtido no presente trabalho. MALLMANN (2001) notou uma tendência de aumento da produtividade de tubérculos maior que 45 mm até a dose de 480 kg ha⁻¹ de K₂O.

FELTRAN (2005) encontrou a máxima produtividade de tubérculos na cultivar Ágata de aproximadamente 40.351 kg ha⁻¹, obtida com a aplicação de 262 kg ha⁻¹ de potássio, valor inferior ao obtido no presente experimento, mesmo quando comparado á média encontrada quando se utilizou 60% da dose, fato que se deve possivelmente ás condições físico-químicas do solo, onde em solos mais pobres a batateira responderá de forma mais eficiente.

As classificações dos tubérculos obtiveram comportamentos diferentes em função da adubação, sendo que as classes segunda (Figura 2c), diversa (Figura 2d) e boneca (Figura 2e) apresentaram ajuste quadrático positivo em função das doses do produto revestido. A medida que se aumentaram as doses de potássio houve um incremento na produtividade até 15,23 t.ha⁻¹, 3,6 t.ha⁻¹, 3,7 t.ha⁻¹, nas doses de 53,69 %, 59,67% e 63,49%, respectivamente (Figura 2c, 2d e 2e). A partir deste ponto houve uma diminuição da produtividade.

Entretanto as classes especial (Figura 2b) e descarte (Figura 2f) apresentaram ajuste quadrático negativo em função das doses. Este ajuste mostra que à medida que se aumentou as doses de potássio houve uma diminuição na produção até uma produtividade mínima de 19,98 t.ha⁻¹ e 0,89 t.ha⁻¹ nas doses de 44,91 % e 52,76%, respectivamente (Figura 2b e 2e). A partir deste ponto teve-se um aumento gradativo da produtividade.

REIS (2008) não verificou diferença significativa na classificação de tubérculos, quando estudou concentrações e fontes diferentes de K na cultura da batata. CARDOSO (2007) não obteve diferença significativa na classificação para a cultivar Ágata ao estudar diferentes parcelamentos e concentrações de potássio e nitrogênio.

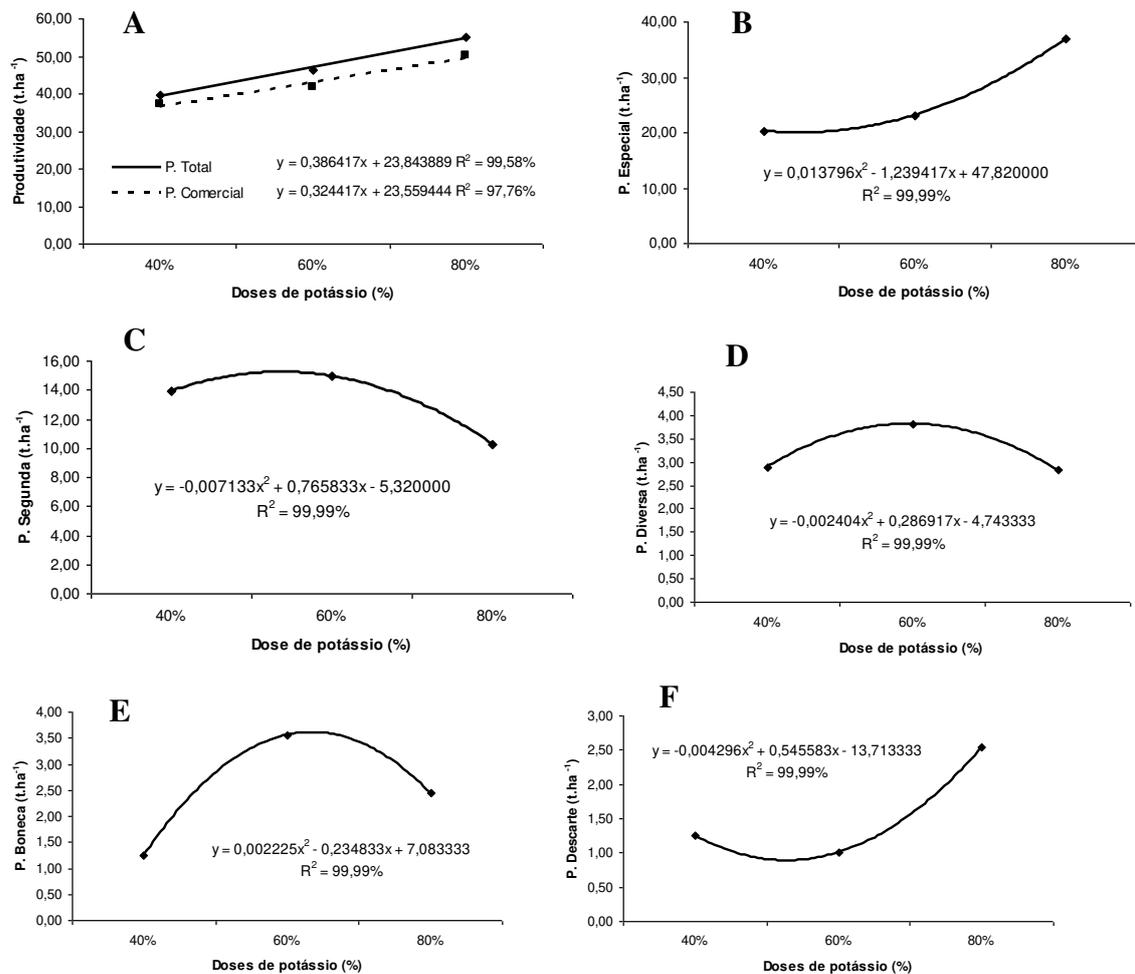


Figura 2. Produtividade total, comercial e de diferentes classes de tubérculos em função da adubação com diferentes doses do fertilizante revestido (Producote). UFU, Perdizes-MG, 2012.

4.3 Efeito da adubação nitrogenada

A adubação nitrogenada influenciou na produtividade de todas as variáveis, não apresentando igualdade entre as médias na comparação da adubação utilizada pelo produtor e do fertilizante producote (Tabela 6). Analisando individualmente as doses em relação à testemunha, nota-se que a produtividade total, produtividade comercial e a classe especial não diferiram estatisticamente na dose 100 %, porém nas demais doses houve diferença na produção, sendo menor, exceto, para a classe especial que nas doses de 80 % e 60 % não

apresentou diferença na produção em relação à adubação convencional. Segundo FERREIRA (2010) pode-se reduzir até 50% da dose de N sem comprometer a produtividade.

Evidencia-se que quando utilizou-se o adubo revestido não realizou-se a adubação de cobertura eliminando esta fase no processo de produção e por consequência uma maior economia em tempo.

As demais classes, segunda, diversa, boneca e descarte, apresentaram diferença significativa nas doses avaliadas quando comparadas com a testemunha sendo valores inferiores. Apenas na dose 40 % a classe descarte foi superior em produção à adubação convencional. Já a classe diversa apresentou maiores médias nas doses utilizadas do adubo revestido quando comparada a adubação convencional.

Tabela 6. Produtividade total, comercial e de diferentes classes de tubérculos cultivar Astexix cultivado com diferentes fontes e doses de nitrogênio. UFU, Perdizes-MG, 2012.

Variáveis	Adubação							
	Convencional	Producote					DMS	CV%
		100 %	80 %	60 %	40 %			
P. Total	50,12	50,11 ^{ns}	43,10*	40,81*	36,87*	3,42	2,94	
P.Comercial	47,07	49,60 ^{ns}	41,36*	39,94*	34,32*	3,40	3,05	
Especi	24,78	26,64 ^{ns}	26,00 ^{ns}	26,05 ^{ns}	13,93*	3,64	5,90	
Segunda	21,39	17,69*	13,78*	8,30*	18,97*	1,66	3,94	
Diversa	090	5,27*	1,57*	5,59*	1,41*	0,43	5,59	
Boneca	1,85	0,51*	0,76*	0,82*	0,00*	0,28	13,50	
Descarte	1,20	0,00*	0,98*	0,05*	2,56*	0,21	8,57	

*, ns significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste de Dunnet a 5% de significância

Pelo teste de análise de variância as variáveis produtividade total, produtividade comercial e as classes especial, segunda, diversa, boneca e descarte deferiram estatisticamente ($P < 0,05$) em função das doses de nitrogênio do adubo revestido (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo do quadro de análise de variância, cultivar Asterix, em função das diferentes doses de nitrogênio.

FV	P. Total	P.Comercial	Especial	Segunda	Diversa	Boneca	Descarte
N	0,0001*	0,0001*	0,0001*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
Bloco	-	-	-	-	-	-	-
Resíduo	-	-	-	-	-	-	-
C.V	3,27	3,34	6,80	4,45	5,41	8,43	7,67

De acordo com os gráficos de regressão expressos na figura 3, todas as variáveis foram influenciadas pelas doses, onde algumas positivamente e outras negativamente. A produtividade total e comercial (figura 3a) aumentaram em função das doses de maneira linear onde à medida que as doses aumentam a produtividade segue a mesma tendência. A dose utilizada neste experimento está dentro da dose de fertilização de N de 70 a 330 kg ha⁻¹ de N encontrada por KOLBE e BECKMANN (1997) e de 60 a 250 kg ha⁻¹ de N citada por FONTES (1997), que determinaram um incremento na produtividade nas respectivas doses.

Isto é evidenciado pelas equações de regressão que nos mostra uma produtividade sem o uso de adubação de 28,02 t.ha⁻¹ e 24,77 t.ha⁻¹, onde a cada kg do fertilizante nitrogenado tem-se um incremento de 0,21 e 0,23 t.ha⁻¹ até uma produtividade máxima de 50,11 t.ha⁻¹ e 49,60 t.ha⁻¹ na produção total e comercial, respectivamente.

ANDRIOLO et al., (2006) verificou que a quantidade de N fornecida pela adubação pode ser de até 183 kg ha⁻¹, para uma produtividade de tubérculos de 52,7 t ha⁻¹, para a cultivar Asterix.

ANDRIOLO et al., (2007) estudando a diluição da curva crítica de N na cultivar Asterix, estimaram as quantidades de N, a serem fornecidas pela adubação, de forma a ajustar essas quantidades às necessidades da cultura e reduzir as perdas por lixiviação no decorrer do ciclo. As quantidades determinadas foram de até 183 kg ha⁻¹, para uma produtividade de tubérculos de 52,7 t ha⁻¹.

A elevação de produtividade devido à adição de N acontece até a dose de 60 kg ha⁻¹ de N, segundo BOOK e FREIRE (1960), a partir do qual se estabiliza ou diminui a produção.

Analisando-se as diferentes classes de tubérculos nota-se que as mesmas se comportaram diferente em relação as doses. O tipo especial (figura 3b) e tipo boneca (figura 3e) apresentaram regressão quadrática com aumento da produtividade até um ponto máximo de 29,87 t.ha⁻¹ e 0,94 t.ha⁻¹ nas doses 83,26% e 75,53%, respectivamente. A partir do ponto

máximo houve o decréscimo na produção. Por outro lado as classes segunda (figura 3c) e descarte (figura 3f) tiveram um decaimento na produção com o aumento da dose ate um ponto mínimo de 10,80 t.ha⁻¹ e 0,14 t.ha⁻¹ nas doses 69,55% e 87,68%, respectivamente. A partir deste ponto nota-se o crescimento na produtividade. A única classe que se encontrou com um ajuste linear foi a diversa com aumento da sua produtividade com aumento das doses ate uma produção máxima de 4,90 t.ha⁻¹ na maior dose, sendo que a cada kg do fertilizando utilizado tem-se um crescimento de 0,04 t.ha⁻¹ na produção e sem o uso do mesmo espera-se uma produção de 0,82 t.ha⁻¹.

SILVA (2007) não verificou diferença estatística no numero de tubérculos comerciais, não comerciais e totais em função dos critérios de adubação de N adotadas.

BREGANOLI (2006) também não verificou diferenças quanto ao numero de tubérculos, quando se estudou três cultivares, utilizando NPK na mesma época de cultivo.

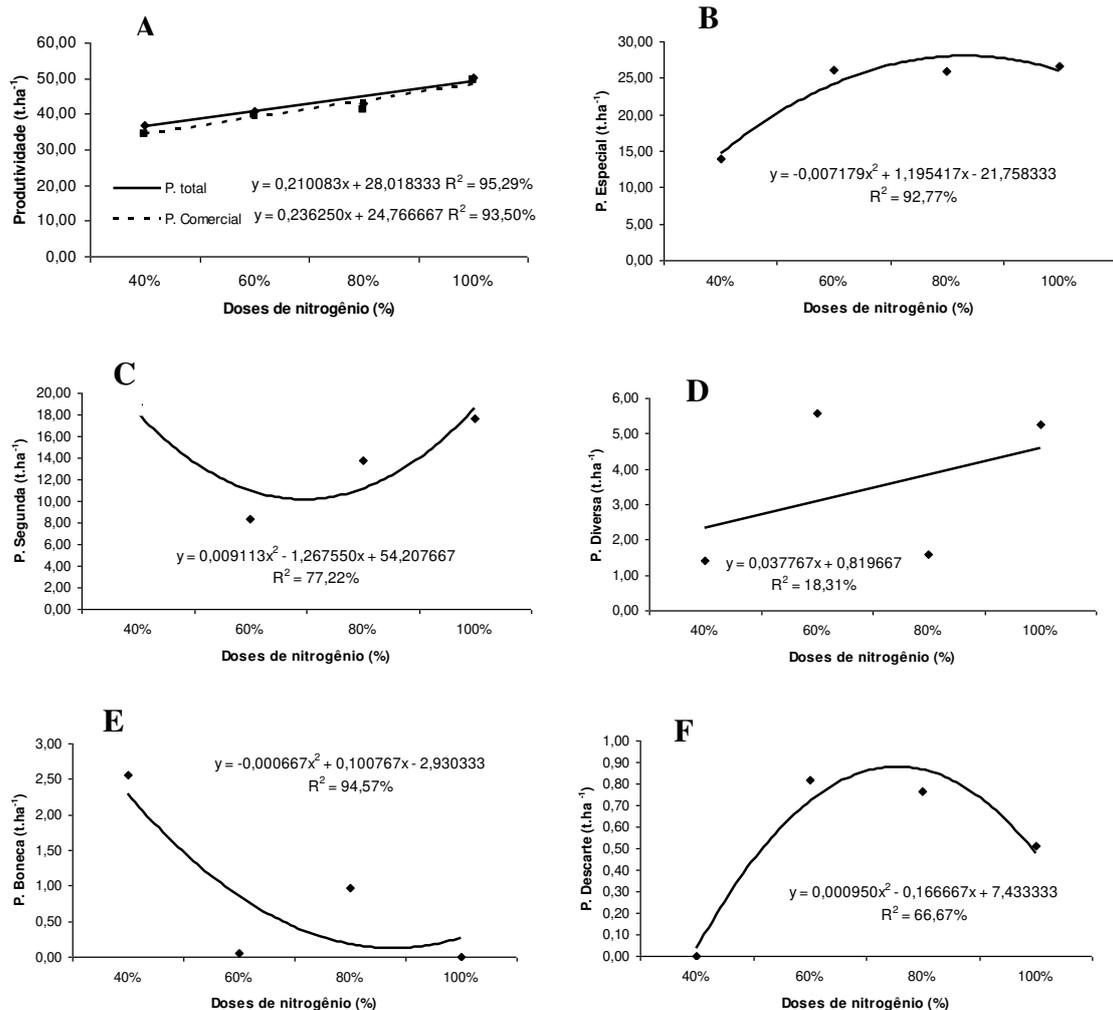


Figura 3. Produtividade total, comercial e de diferentes classes de tubérculos em função da adubação com diferentes doses do fertilizante revestido (Producote). UFU, Perdizes-MG, 2012.

5. CONCLUSÕES

O uso do adubo de liberação lenta influenciou todas as características analisadas. As diferentes doses de P adicionadas não influenciaram na produtividade, mas sim na classificação. O fracionamento da adubação fosfatada se mostrou inferior de maneira geral à adubação com adubo convencional, pois a produtividade total, comercial e os maiores tubérculos tiveram menores médias estatísticas.

A redução de 20% da dose de potássio e nitrogênio utilizando o fertilizante de liberação lenta se mostrou superior à adubação convencional com maiores médias na produtividade total, comercial e nos tubérculos de maior diâmetro, sendo maiores reduções na adubação inviáveis, pois demais reduções influenciam negativamente a produtividade.

O melhor desempenho da adubação nitrogenada e potássica além de ter proporcionado um melhor resultado em relação ao convencional dispensa a adubação de cobertura diminuindo uma operação no processo produtivo e por consequência uma maior economia de tempo e dinheiro.

REFERÊNCIAS

- ABDELGADIR, H.A. et al. The effect of different levels of additional potassium on yield and industrial qualities of potato (*Solanum tuberosum* L.) in an irrigated arid region. **American Journal of Potato Research**, v.80, p.219-222, 2003
- AGRIANUAL. ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. Batata. São Paulo: FNP, 2009. 497p.
- ANDA. ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DOS ADUBOS. **Anuário Estatístico**. São Paulo: ANDA, 2000. 252p.
- ANDRIOLO, J.L.; BISOGNIN, D.A.; PAULA, A.L.; PAULA, F.L.M.; GODOI, R.S.; BARROS, G.T. Curva crítica de diluição de nitrogênio da cultivar Asterix de batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.7, p.1179-1184, 2006.
- ANDRIOLO, J.L. Sistema hidropônico fechado com subirrigação para produção de minitubérculos de batata. In: SIMPÓSIO DE MELHORAMENTO GENÉTICO E PREVISÃO DE EPIFITIAS EM BATATA, 2006. **Anais**. Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Fitotecnia, 2006. p.26-40.
- ANDRIOLO, J.L. Sistema hidropônico fechado com subirrigação para produção de minitubérculos de batata. In: SEMINÁRIO DE MELHORAMENTO GENÉTICO E PREVISÃO DE EPIFITIAS EM BATATA, 2006, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Fitotecnia, 2007. p.26-40.
- ARIZAGA, G. G. C. ; MANGRICH, A. S. ; GARDOLINSKI, J. E. F. C.; WYPYCH, F. . Chemical modification of zinc hydroxide nitrate and Zn-Al layered double hydroxide with dicarboxylic acids. **J. Colloid Interf. Sci.** v.320, 168-176, 2008a.
- ARIZAGA, G. G. C.; MANGRICH, A. S. ; WYPYCH, F. Cu⁺² ions as a paramagnetic probe to study the grafting process of layered double hydroxides and hydroxide salts with nitrate and carboxylate anions. **J. Colloid Interf. Sci.** v. 320, 238-244, 2008b.
- BEUKEMA, H.P.; ZAAG, D.E. van der. Introduction to potato production. **Wageningen: Pudoc**, 180p. 1990.
- BREGAGNOLI, M. **Qualidade e produtividade de cultivares de batata para indústria sob diferentes adubações**. 2006. 141p. (Tese doutorado) Universidade de São Paulo – Escola de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2006.
- BOOCK, O. J.; FREIRE, E.S. Adubação da Batatinha: Experiências com doses crescentes de potássio. **Bragantia**, Campinas, v. 19, n. 37, p. 599-619, 1960.
- BOCKMAN OC; OLFS HW.. Fertilizers, agronomy and N₂O. **Nutr. Cycl.Agroecosyst.**, v.52, p.165-170. 1998.

CARDOSO AD; ALVARENGA MAR; MELO TL; VIANA AES. Produtividade e Qualidade de Tubérculos de Batata em Função de Doses e Parcelamentos de Nitrogênio e Potássio. **Ciência agrotecnologia**, v. 31, p. 1729-1736, 2007.

CARDOSO AD; ALVARENGA MAR; MELO TL; VIANA AES. Produtividade e Qualidade de Tubérculos de Batata em Função de Doses e Parcelamentos de Nitrogênio e Potássio. **Ciência agrotecnologia**, v.31, p.1729-1736. 2007.

COGO, C.M.; ANDRIOLO, J.L.; BISOGNIN, D.A. GODOI, R.S.; BORTOLOTTI, O.C.; LUZ, G.L. Relação potássio-nitrogênio para o diagnóstico e manejo nutricional da cultura da batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.12, p.1781-1786, 2006.

COX DA. Reducing nitrogen leaching-clones from containerized plants: the effectiveness of controlled-release fertilizers. **Journal of Plant Nutrition**, v.16, p.533-545. 1993.

CSIZINSKY, A.A. Yield response of bell pepper and tomato to controlled-release fertilizers on sand. **Journal of Plant Nutrition**, v.17, p.1535-1549. 1994.

DAVENPORT, R.J. Potassium and Specific Gravity of potato tubers. **Better Crops**, v.84, p. 14-15, 2000.

DAVENPORT, R.J.; BENTLEY, M.E. Doses potassium fertilizer form, source, and time of application influence potato yield and quality in the Columbia basin? **American Journal of Potato Research**, v.73, p.311-318, 2001.

DIEZ JA; RONAN R; CARTAGENA MC; VALLEJO A; BUSTON A; CABALLERO R. Controlling nitrate pollution by using different nitrogenous controlled release fertilizers in maize crop. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v.48, p.49-56. 1994.

EPPENDORFER, W.H.; EGGUM, B.O. Effects of sulfur, phosphorus, potassium, and water stress on dietary fiber fractions, starch, amino acids and on the biological value of potato protein. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.45, n.4, p.299-313, 1994.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. (Roma, Itália). **FAOSTAT: Crops**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx>>. Acesso em: 08 dez. 2009.

FELTRAN, J.C. **Adubação mineral na cultura da batata e residual no feijoeiro**. 112p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. 2005.

FERREIRA, E. V. **Vamos economizar fertilizantes mantendo a nutrição das plantas?** 2010. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=21626&secao=Co lunas%20Assinadas>>. Acesso em: 03 mar. 2011.

FERREIRA, D.F. **SISVAR: Sistemas de análises de variância de dados balanceados: Programas de análises estatísticas e planejamento de experimentos**. Versão 4.3. lavras: UFLA, 2000.

FILGUEIRA F.A.R. **Novo manual de agrotecnologia** moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2003. 412 p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 402p.

FONTES, P.C.R.; DIAS, E.N.; SILVA, D.J.H. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.94-99. 2005.

FONTES, P.C.R. Calagem e adubação da cultura da batata. **Informe Agropecuário**, v.20, n.197, p.42-52, 1999.

FONTES, R.R. Preparo do solo e adubação de plantio. In: LOPES, C.A.; BUSO, J.A. (eds.). **Cultivo da batata** (*Solanum tuberosum* L.). Brasília: EMBRAPA/CNPQ, 1997b. 35p. (Instruções técnicas, 8).

FONTES, P.C.R. **Preparo do solo, nutrição mineral e adubação da batateira**. Viçosa: UFV, 1997. 42p.

FONTES, P.C.R.; REIS JR, R.A.; PEREIRA, P.R.G. Critical potassium concentration and potassium/calcium plus magnesium ratio in potato petioles associated with maximum tuber yields. **Journal of Plant Nutrition**, v. 19, p. 657-667, 1996.

FONTES, P.C.R.; PAULA, M.B.; MIZUBUTI, A. Produtividade de batata sob a influência de níveis do fertilizante 4-14-8 e do superfosfato simples. **Revista Ceres**, v.34, n.191, p.90-98, 1987.

FORTES, G.R.L.; PEREIRA, J.E.S. Classificação e descrição botânica. In: PEREIRA, A.S.; DANIELS, J. (eds.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p.53-143.

FUKAMACHI, C.R.B. **Fertilizantes de liberação de nitrogênio por nitração de turfa e xisto e por intercalação de uréia em argilominerais do grupo do caulim**. Curitiba, 2007a. (Tese de Doutorado, Defendida em 21/06/2007).

FUKAMACHI, C.R.B.; WYPYCH, F.; MANGRICH, A.S. Use Of Fe³⁺ Ion Probe To Study The Stability Of Urea-Intercalated Kaolinite By Electron Paramagnetic Resonance. **J. Colloid Interface Sci.** v.313, p.537-541. 2007b.

GIL, P.T. **Índices e eficiência de utilização de nitrogênio pela batata influenciados por doses de nitrogênio em pré-plantio e em cobertura**. 2001.81 p (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2001.

GRUNER, G. **La fertilization de La papa**. Hannover. Departamento Agronômico para El Extrujeiro. 1963.47p. (Boletim verde, 17).

HAWKES, J.G. The potato evolution, biodiversity and genetic resources. London: **Belhaven Press**, 1990.

HEFNER, S.G. & TRACY, P.W. Effects of nitrogen source, application timing and dicyaniamide on fuvron-irrigated rice. **Journal of Production Agriculture**, v.4, p.536-540. 1991.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento de safras agrícolas no ano civil. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>>. Acesso em 8 de dez. 2010.

IBGE, 2011. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201102_6.shtm. Acesso em: 10 mar. 2011.

KHALAF HA; KOO RCJ. The use of controlled release nitrogen on container grown citrus seedlings. **Citrus and Vegetable Magazine**, v.46, p.10-22. 1983.

KOLBE H; BECKMANN SE. 1997. Development, growth and chemical composition of the potato crop (*Solanum tuberosum* L.). I. leaf and stem. *Potato Research* 40: 111-129.

LIANG, R.; LIU M. Preparation and Properties of a Double-Coated Slow-Release and Water-Retention Urea Fertilizer. **J. Agric. Food Chem.**v. 54, p.1392-1398. 2006.

LOMBARDI, K. C.; MANGRICH, A. S.; WYPYCH, F.; RODRIGUES FILHO, U. P.; GUIMARÃES, J. L.; SCHREINER, W. H. Sequestered Carbon on clay mineral probed by Electron Paramagnetic Resonance and X-ray Photoelectron Spectroscopy. **J. Colloid Interf. Sci.** v.295(1), p.135-140. 2006.

LOMBARDI, K.C.; GUIMARÃES, J.L.; MANGRICH, A.S.; MATTOSO, N.; ABBATE, M.; SCHREINER, W.H.; WYPYCH, F. Structural and Morphological Characterization of the PP-0559 Kaolinite from the Brazilian Amazon Region. **J. Braz. Chem. Soc.** v.13 (2), p.270-275. 2002.

LOPES, C.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).

MAGALHÃES, J.R. **Nutrição e adubação da batata**. São Paulo: Nobel, 1985. 51p.

MALLMANN, N. **Efeito da adubação na produtividade, qualidade e sanidade de batata cultivada no centro-oeste paranaense**. 2001. 129 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

MANGRICH, A.S.; TESSARO, L.C.; DOS ANJOS, A.; WYPYCH, F.; SOARES, J.F. A Slow-Release K+ Fertilizer From residues of the Brazilian Oil-Shale Industry: Synthesis of Kalsilite-Type Structures. **Environ. Geol.** v.40, p.1030-1036. 2001.

MANGRICH, A.S.; LERMEN, A.W.; SANTOS, E.J.; GOMES, R.C.; COELHO, R.R.R.; LINHARES, L.F.; SENESI, N. Electron Paramagnetic Resonance and Ultraviolet Visible Spectroscopic Evidence for Copper Porphyrin in Actinomycete Melanins. **Biol. Fertil. Soils.** v.26, p.341-345. 1998.

MANGRICH, A. S. ; VUGMAN, N. V. Bonding Parameters Of Vanadyl Ion In Humic Acid From The Jucu River Estuarine Region, Brazil. **Sci.Total Environ.** v.75, p.235-241. 1988.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2 ed. London: Academic Press, 1995.889p.

REIS, J. C. S. **Cultivo de batata cv. Ágata sob diferentes fontes e concentrações de adubação potássica.** 2008. 61p. Dissertação (Mestrado em Agronomia Área fitotecnia)- Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.Vitoria da Conquista. 2008.

RIBEIRO, J.D.R. Associativismo garante futuro do produtor de batatas. **Informe Agropecuário**, v.20, n.197, p.5-6, 1999.

SANGOI, L.; KRUSE, N.D. Doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio e características agrônômicas da batata em dois níveis de pH. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília. v.29, p. 1333-1343, 1999.

SHAVIV A. Advances in controlled-release fertilizers. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.71, p.1-49. 2001.

SHIFLETT MC; BLACKSBURG UA; NIEMIERA AX; LEDA CE. Midseason reapplication of controlled release fertilizers affect 'Hellen' holly growth and N content of substrate solution and effluent. **Journal of Environmental Horticulture**, v.12, p.181-186. 1994.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C.A.V. de. A new version of the Assistat -Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4., 2006, Orlando. **Proceedings...** Reno, RV: American Society of Agricultural and Biological Engineers, p.393-396. 2006.

SILVA, T.O.; MENEZES, R.S.C.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E.V.S.B; SALCEDO, I.H. SILVEIRA, L.M. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. I - Produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. **Revista Brasileira Ciência Solo**, v.31, n.1, p.39-49, 2007.

SILVA, J. A.; PIRES, R. C. M.; SAKAI, E.; SILVA, T. J. A.; ANDRADE, J. E.; ARRUDA, F. B.; CALHEIROS, R. O. Desenvolvimento e produtividade da cultura da batata irrigada por gotejamento em dois sistemas de cultivo. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.2, p.354-362, 2007.

Trenkel, M.E. 2007. Ullmann's Agrochemicals. Fertilizers, 3 (Chap. 4.4 and 4.5). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.

VALDERRAMA M. Fontes e doses de nitrogênio e fósforo em feijoeiro no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 191-196. 2009.

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

YORINORI, G.T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata**

cv. 'Atlantic'. 2003. 66p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2003.