

UNIVERSIDADE JOSÉ DO ROSÁRIO VELLANO-UNIFENAS
COORDENAÇÃO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

**VIABILIDADE TÉCNICA DE FERTIRRIGAÇÃO
NA CULTURA DA BATATA**

PEDRO BAVUSO NETO

UNIVERSIDADE JOSÉ DO ROSÁRIO VELLANO-UNIFENAS
COORDENAÇÃO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

VIABILIDADE TÉCNICA DE FERTIRRIGAÇÃO NA CULTURA DA BATATA

PEDRO BAVUSO NETO

Dissertação apresentada à Coordenação de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade José do Rosário Vellano, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva

Alfenas – MG
2010

Bavuso Neto, Pedro

Viabilidade técnica de fertirrigação na cultura da batata/.—Pedro Bavuso Neto.—Alfenas: UNIFENAS, 2011.

45 f.

Orientador : Prof.Dr Ernani Clarete da Silva

Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção na agropecuária) –Universidade José do Rosário Vellano.

1.Batata 2.Irrigação 3. Fertilização I.Título

CDU: 633.491(043)

UNIVERSIDADE JOSÉ DO ROSÁRIO VELLANO
COORDENAÇÃO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

Banca examinadora:

Profa Dra. Maria de Lourdes Resende
Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS

Prof. Dr. Virgílio Anastácio da Silva.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas – Campus
Muzambinho –MG

Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva
Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS
Orientador

Ainda que a colheita de hoje não seja muito feliz, ainda há muito o que fazer, ainda há muito o que plantar nessa vida.

Ao invés de ficar parado no que você fez de errado, olhe para frente, e veja o que ainda pode ser feito...

A vida, ainda não terminou!”

(Pe. Fábio de Melo)

Dedico este trabalho aos meus pais pelo apoio e otimismo

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor, meu Deus por minha vida e pelas oportunidades de crescimento pessoal e profissional que me foram dadas durante esses anos, pela força, coragem, fé, e dedicação para vencer os obstáculos encontrados durante essa caminhada.

Aos meus pais, essências de minha vida, obrigado pelo encorajamento e apoio incansável durante a execução do meu trabalho e por ter me ensinado a lutar por meus objetivos.

Ao Professor Dr. Ernani Clarete da Silva, pela capacidade e boa vontade com que acompanhou esta orientação, pelo estímulo constante, dinamismo e bom humor. Sua atuação se fez presente em todas as etapas deste processo. Obrigado pela confiança e por acreditar em meu potencial.

Aos professores do mestrado, pelos ensinamentos transmitidos de maneira primorosa durante todo o curso.

RESUMO

BAVUSO NETO, P. **Viabilidade Técnica de Fertirrigação na cultura da batata.** Orientador: Ernani Clarete da Silva. Alfenas: UNIFENAS, 2010. Dissertação (Mestre em Sistema de Produção na Agropecuária)

O experimento foi implantado e conduzido no período de 02/03/2009 a 11/06/2009, nas dependências da Universidade José do Rosário Vellano em áreas do Setor de Olericultura e Experimentação, localizado no município de Alfenas (MG). O objetivo foi estudar a viabilidade de técnicas de fertirrigação na cultura da batata. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial $2 \times 3 \times 3$, totalizando 18 tratamentos com três repetições. Os fatores estudados foram: Fertirrigação (duas formas: superficial e subsuperficial); Nitrogênio (três doses: 75, 150 e 225 kg ha⁻¹); Potássio (três doses: 210, 310 e 410 kg ha⁻¹). As características estudadas foram: Produção Total Comercial em t ha⁻¹ e Peso Médio do Tubérculo em gramas. Para peso médio dos tubérculos, foram observadas interações significativas apenas entre os fatores nitrogênio e potássio. Os efeitos significativos foram observados apenas para os tratamentos doses de nitrogênio mais doses de potássio sem interação com as formas de irrigação. Não houve diferenças significativas para os tipos de fertirrigação (superficial e subsuperficial). Para a Produção Comercial não foram observadas interações significativas entre os fatores irrigação, nitrogênio e potássio. Os efeitos significativos foram observados apenas para os tratamentos doses de nitrogênio e doses de potássio. Concluiu-se que é possível produzir batata fertirrigada com uso de sistema de irrigação localizada independente de ser superficial ou subsuperficial.

Palavras Chaves: 1. Batata 2. Irrigação 3. Fertilização

ABSTRACT

BAVUSO NETO, P. Viabilidade Técnica de Fertigation of potato. Advisor: Ernani Clarete da Silva. Alfenas: UNIFENAS, 2010. Dissertation (Master Production System in Agricultura).

The experiment was carried out at the University José do Rosário Vellano in areas of the Department of Olericulture and Experimentation, in Alfenas, MG, Brazil, from March, 2, 2009 to June, 11, 2009. The purpose was to study the viability of potato fertirrigation techniques. The design was in randomized blocks in a 2 x 3 x 3 factorial scheme, with a total of 18 treatments and three replications. The factors studied were: fertirrigation (two types: surface and subsurface); nitrogen (three doses: 75, 150, and 225 kg ha⁻¹); potassium (three doses: 210, 310, and 410 kg ha⁻¹). The characteristics studied were: Full Commercial Production in tha⁻¹ and Average Weight per Tuber in grams. For average weight of tubers two significant interactions were observed only between the nitrogen and potassium factors. Significant effects were observed only for the treatments nitrogen plus potassium, without any interaction with fertirrigation (surface and subsurface). For Commercial Production no significant interactions were observed between the factors nitrogen and potassium treatments. It was concluded that it is possible to produce potato fertirrigated with the of a localized system, regardless of being surface or subsurface.

Key words: 1. Potato 2. Irrigation 3. Fertilization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 BOTÂNICA DA BATATEIRA.....	11
2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA BATATA	12
2.3 ÉPOCA DE PLANTIO E CONDUÇÃO DA CULTURA	13
2.4 FETILIZAÇÃO DA BATATA.....	15
2.4.1 Nitrogênio no solo e na planta	16
2.4.2 Potássio no solo e na planta	23
2.5 IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	31
3.2 MATERIAL.....	31
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E METODOLOGIA	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5 CONCLUSÃO	40
6 CONSIDERAÇÕES GERAIS	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
APÊNDICE.....	47

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a batata, *Solanum tuberosum* L., é a hortaliça de maior importância com produção ao redor de dois milhões de toneladas anuais. A tecnologia utilizada requer altos investimentos em função da importação da batata-semente, e também pelo uso excessivo de fertilizantes e defensivos agrícolas. A irrigação efetuada pelos vários sistemas de aspersão é responsável por um gasto excessivo de água, o que ocasiona riscos constantes de contaminação do lençol freático e de degradação do solo via erosão, principalmente nos plantios em áreas declivosas.

A atividade é organizada em sistemas de produção itinerantes, ou seja, sempre em áreas novas, nunca recentemente ocupadas com cultivo de solanáneas. Esta é uma condição técnica essencial à bataticultura, já que grande quantidade de organismos patogênicos e insetos-pragas são comuns a estas espécies. Por outro lado, a prática de irrigação por aspersão cria ambientes favoráveis para o desenvolvimento e proliferação destes organismos, agravado pela lavagem dos defensivos das folhas pela água de irrigação, o que obriga o uso cada vez mais acentuado de defensivos agrícolas.

Consequentemente, a atividade tem se tornado cada vez mais nociva ao meio ambiente, ao consumidor e ao agricultor, além de desperdiçar um bem cada vez mais escasso como a água. O sistema de irrigação localizada (gotejamento) permite o uso racional da água e viabiliza o uso de fertilizante via água de irrigação (fertirrigação) na quantidade exata requerida pela planta de acordo com o seu estágio fenológico. Desta forma é de se esperar que o uso da irrigação localizada minimize ou anule todos os problemas causados pela aspersão, além de melhorar a produtividade da cultura. Considerando-se a preocupação crescente com a escassez de água e a necessidade premente de economia de água, de energia, de defensivos (agroquímicos), os bataticultores defrontam-se hoje com o desafio de continuarem a desempenhar seu papel de enorme importância social e econômica, porém com maior racionalidade no uso dos recursos naturais. Assim, a utilização de métodos de irrigação e de práticas de manejo que permitam maior eficiência no uso da água e menor consumo de energia e de agroquímicos são metas imprescindíveis para a bataticultura moderna. Neste contexto, a irrigação por gotejamento destaca-se como

a tecnologia de irrigação e fertilização mais racional para o setor, visto ser o método que possibilita maior eficiência no uso da água e que apresenta a menor demanda de energia e de mão de obra. Por outro lado, a produção de batata adota sistema de produção onde determinadas práticas são imprescindíveis para que se tenha uma produtividade considerada adequada. Uma destas práticas é a amontoa que consiste em aterrar parte da planta a partir do colo. Esta operação é de extrema importância, uma vez que protege os estólons criando a condição essencial ao desenvolvimento dos tubérculos. Por outro lado, esta prática também dificulta a tecnologia de irrigação localizada e consequentemente a fertirrigação, tecnologia já amplamente utilizada em inúmeras culturas de importância econômica, como tomate, pimentão, pepino, fruticultura em geral e outras. Assim, este trabalho teve como objetivo, avaliar a viabilidade técnica da fertirrigação na cultura da batata.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 BOTÂNICA DA BATATEIRA

A batata é uma planta tipicamente anual, com a parte aérea herbácea de caules angulosos e ramificados, com coloração verde e até arroxeadas, podendo alcançar de 50 a 60 cm de altura. Suas folhas são compostas por três ou mais pares de folíolos laterais, um folíolo apical, todos arredondados, de flores hermafroditas, reunidas em inflorescências tipo cimeira, na extremidade do caule, com coloração branca, rosada ou arroxeadas, que são autopolinizadas dando origem a frutos biloculares do tipo baga, de cor verde, tendo entre 40 a 240 sementes por fruto (FILGUEIRA, 1982).

A batata cultivada no Brasil pertence à classe das Eudicotiledôneas, da família das solanáceas e do gênero *Solanum*. Dentro deste gênero a espécie mais cultivada no Brasil é a *Solanum tuberosum*, a qual se divide em *Solanum tuberosum* subs.*tuberosum* e *Solanum tuberosum* subs.*andigena*, sendo esta última cultivada na região dos Andes. Mas também existem cultivares modernas que, em seu genoma, possuem várias características de outras espécies como: *S. demissum*, *S. chacoense* e *S. phureja*, adquiridas através de cruzamentos, visando à incorporação de resistência e doenças (FILGUEIRA, 1982).

No Brasil, bem como na grande maioria dos países produtores, a batateira tem sido propagada por via vegetativa, utilizando-se a batata-semente previamente brotada. O sistema radicular é relativamente superficial, não ultrapassando 50 cm de profundidade. As plantas desenvolvem raízes adventícias nos nós do caule subterrâneo, quando o plantio é feito com batata semente, sendo facilmente visíveis nas brotações dos tubérculos. Os tubérculos são caules adaptados para reserva de alimentos e também para a reprodução. Estes são formados como resultado do engrossamento da extremidade dos estolões que, são caules modificados, semelhantes às raízes (FILGUEIRA, 1982). Nos tubérculos existem estruturas evidentes, variando de tamanho e número de espécie para espécie, que são chamados "olhos", cada um contendo mais de uma gema. Tubérculos formados após a senescência da planta, conforme Coutinho, Natale e Souza (1993),

apresentam um período de dormência compreendido entre a colheita e o início da brotação. O término da dormência é caracterizado quando dos olhos dos tubérculos surgem os brotos, os quais darão origem a nova planta por meio de multiplicação assexuada (COUTINHO, NATALE e SOUZA, 1993).

2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA BATATA

A região Sul do Estado de Minas Gerais é responsável por 64% da produção mineira de batata onde os plantios são denominados de inverno (final de março a julho); das águas (agosto a dezembro) e da seca (janeiro a março). O plantio de inverno ocupou em 1997 uma área de 4.804 ha, com destaque para as regiões de Alfenas, Campos Gerais, Areado, Paraguaçu, Machado, Três Corações, São Gonçalo do Sapucaí, Campanha e Pouso Alegre, com uma produtividade média de 25,5 t/ha, ou 510 sacas/ha (MARSCHNER, 1995).

A maior produção de batata se concentra no chamado plantio das águas (agosto a dezembro), realizado nas regiões serranas, também irrigado por aspersão, num total de 15.874 ha, com destaque para os municípios de Maria da Fé, Pouso Alegre, Ipuiuna, Senador Amaral, Bom Repouso, Estiva, Cambuí, Bueno Brandão, Munhoz, Toledo, Andradas, Congonhal, Santa Rita de Caldas, Borda da Mata, Camanducaia e Poços de Caldas numa produtividade média de 21,8 t/ha ou 436 sacas/ha (MARSCHNER, 1995).

Os problemas econômicos trazem como consequência o alto custo de produção, exigindo elevado investimento, principalmente em batata-semente, fertilizantes, defensivos e irrigação. Além dos problemas agrônômicos e econômicos, o produtor corre sérios riscos de prejuízos na comercialização do seu produto, devido à instabilidade de preços no mercado. Muitas vezes o produto obtém cotações bem inferiores aos investimentos feitos para sua produção (MARSCHNER, 1995).

2.3 ÉPOCA DE PLANTIO E CONDUÇÃO DA CULTURA

Para o plantio, o ideal é encontrar um terreno de topografia suave, que permita mecanizar as operações culturais, com boas propriedades físicas e altitude superior a 800 metros, preferencialmente, o que possibilita o plantio em qualquer época (FILGUEIRA, 1982).

A época de plantio, juntamente com altitude e a latitude do terreno escolhido para a implantação da cultura, condicionam as condições climáticas que influenciarão no desenvolvimento e produção da batateira. Assim, a escolha da época de plantio tem profundas implicações no resultado agrônomo e também econômico da cultura. As exigências climáticas, peculiares e muito precisas no caso da batateira, explicam o fato de a cultura concentrar-se no extremo sul e no centro-sul do Brasil, que oferecem melhores condições do que outras regiões. No centro-sul há três épocas distintas de plantio, que apresentam condições climáticas bem diferentes: o plantio das águas (setembro a dezembro); o plantio da seca (fevereiro a abril); o plantio de inverno (maio a julho) (EPSTEIN e BLOOM, 2006).

Segundo Filgueira (1982), o plantio das águas é praticado em larga escala em localidades de boa altitude, com condições climáticas caracterizadas por temperaturas amenas, durante o dia, e favoravelmente mais frias à noite; isto ocorre mesmo durante a primavera e o verão. Tais condições são encontradas facilmente nos planaltos e regiões serranas, nos estados de Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais e São Paulo. Geralmente a irrigação é dispensável ou é utilizada complementarmente às chuvas, obtendo-se produtividades elevadas, naturalmente com boa tecnologia (FILGUEIRA, 1982).

O excesso de pluviosidade, todavia, torna-se um fator limitante, muitas vezes, mesmo para cultivares com boa resistência a doenças fúngicas. Localidades com baixa altitude com temperaturas excessivamente elevadas e chuvas copiosas, favorecem a ocorrência de doenças fúngicas e bacterianas, além de distúrbios fisiológicos. Tais condições são inteiramente desfavoráveis ao desenvolvimento da cultura e à produção de tubérculos. Nesta época de plantio, com a progressiva elevação nas temperaturas e alargamento do fotoperíodo, ocorre um crescimento exagerado das hastes, provocando o acamamento prematuro das plantas, os folíolos tornam-se menores e a tuberização é um tanto retardada. O plantio das

águas possibilita bons resultados apenas em localidades com altitude superior a 800 metros. Mesmo assim, a colheita ocorre em condições desfavoráveis, sob chuvas (FILGUEIRA, 1982).

2.4 FERTILIZAÇÃO DA BATATA

Para a cultura da batata, elevar a saturação de bases até 60%, e, para uma produtividade de 30 ton/ha, recomenda-se adubar conforme (TAB. 1).

TABELA 1 - Sugestão de adubação para batata

Disponibilidade de P ou de K	Dose Total		
	P ₂ O ₅	K ₂ O	N
Baixa	420	350	190
Média	300	220	190
Boa	120	150	190
Muito Boa	50	0	190

Fonte: Comissão de Fertilidade de Solo do Estado de Minas Gerais (1999)

Por ocasião do plantio colocam-se 20% do N, 80% do P e 20% do K; aos 35 dias após ao plantio (por ocasião da amontoa) faz-se a cobertura colocando o restante de N, P e K. Caso haja duas operações de amontoa, deve-se dividir a quantidade dos fertilizantes que serão aplicados no parcelamento em ambas as amontoas (REIS JÚNIOR e FONTES, 1996). Para solos de baixa fertilidade, sugere-se ainda colocar por ocasião do plantio cerca de 15-20Kg/ha de bórax, 5-10 Kg/ha de sulfato de zinco e 80-100 Kg/ha de sulfato de magnésio (REIS JÚNIOR e FONTES, 1996).

O adubo, misturado, atendendo às quantidades recomendadas, é depositado manualmente ou mecanicamente nos sulcos de plantio. Deve ser misturado com a terra para evitar injúrias nos brotos do tubérculo-semente (REIS JÚNIOR e FONTES, 1996).

2.4.1 Nitrogênio no solo e na planta

Quando fornecido adequadamente o nitrogênio contribui para o crescimento vegetativo, expansão da área fotossintética, e eleva o potencial produtivo das culturas em geral (FILGUEIRA, 1982). Por isso, as plantas requerem, na grande maioria dos casos, quantidades maiores de nitrogênio do que qualquer outro nutriente essencial, e a disponibilidade geralmente limita o crescimento e a produtividade das plantas em ecossistemas naturais e em sistemas de agrícolas de produção (EPSTEIN e BLOOM, 2006).

Todavia, os processos fisiológicos na planta, que se estendem desde a absorção até a completa assimilação desse nutriente em moléculas orgânicas, são muito dispendiosos, razão pela qual, doses elevadas de fertilizantes nitrogenados podem reduzir a produtividade (MARSCHNER, 1995).

Conforme Faquin e Andrade (2004), cerca de 90% do nitrogênio total que se encontra na planta é na forma orgânica, e desempenha as suas principais funções, como componente estrutural de macromoléculas e constituintes de enzimas, que são precursores dos hormônios vegetais. Além disso, potencializa e incrementa a síntese de proteínas, de ácidos nucléicos, e promove o crescimento vegetativo (MARSCHNER, 1995). De acordo com Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), algumas proteínas exercem função enzimática, isto é, são responsáveis pelas mais variadas funções, desde a absorção dos elementos minerais pelas raízes ou pelas próprias folhas, até a fotossíntese ou a respiração, sendo fundamental para o crescimento vegetativo das plantas.

Quanto ao nitrogênio fornecido através da adubação mineral às plantas, sua absorção é inferior a 50% (RAO *et al.*, 1992). Nesse sentido, a eficiência da adubação nitrogenada pode ser potencializada através da forma (foliar, solo e na água de irrigação) e época de aplicação e fonte do nutriente utilizada. No entanto, as perdas de nitrogênio por volatilização podem ser reduzidas ou favorecidas, de acordo com as condições de utilização. A uréia quando aplicada em solos de baixa CTC, pH alcalino, cobertos com palhada, baixa umidade e sob alta temperatura, favorável as perdas por volatilização. A redução deste tipo de perda pode ser alcançada através de práticas de aplicação incorporada, sob temperaturas amenas, e em boas condições de umidade. Lara Cabezas *et al.* (1999) obtiveram resultados consideráveis de redução de perdas por volatilização de N através da aplicação

incorporada. Perdas de nitrogênio: o balanço do nitrogênio no sistema solo-planta-atmosfera é dado pela diferença entre ganhos e perdas no sistema; as perdas ocorrem através de remoção pelas culturas, erosão, volatilização, imobilização biológica e lixiviação (LARA CABEZAS *et al.*, 2000).

Segundo Guimarães Echer e Minami (2002), correlação positiva entre massa fresca da parte aérea e produtividade tem sido constatada em tuberosas; entretanto, essa afirmativa é verdadeira apenas dentro de certos limites, pois nem sempre crescimento de parte aérea é sinônimo de aumento em produtividade. De acordo com Larcher (2004), o aumento da área foliar é benéfico para a produção até que o índice de área foliar atinja a máxima eficiência entre a interceptação da luz e conversão em reservas para crescimento; acima desse patamar, o efeito do autossombreamento torna-se expressivo, e a eficiência fotossintética das folhas inferiores do dossel torna-se baixa.

Fontes de nitrogênio

As fontes nitrogenadas mais utilizadas na agricultura brasileira são a uréia e o sulfato de amônio (BARBOSA FILHO, FAGERIA e SILVA, 2004). A uréia apresenta 45% de nitrogênio solúvel em água e absorve com facilidade a umidade do ar (higroscopicidade). No solo, parte do nitrogênio da uréia transforma-se em amônia (NH₃) gasosa, passando em seguida a nitrato (MALAVOLTA, GOMES e ALCARDE, 2002).

No Brasil, cerca de 52% do N consumido é na forma de uréia, 19% como sulfato de amônio e 12,1% como nitrato de amônio. Dentre estas fontes nitrogenadas, a uréia apresenta elevada concentração de N, baixa corrosividade e menor relação custo/unidade de nutriente. Nesse sentido, a incorporação da uréia ao solo é uma alternativa para reter maior quantidade de amônio no solo e para minimizar as perdas de amônia por volatilização (LARA CABEZAS *et al.*, 2000 e SANGOI *et al.*, 2003).

A uréia destaca-se pela facilidade de acesso no mercado, menor custo por unidade de N, elevada solubilidade e compatibilidade para uso em mistura com outros fertilizantes (SCIVITTARO *et al.*, 2004). No entanto, é uma fonte bastante

suscetível a perdas por volatilização de amônia. Quando aplicada, é rapidamente hidrolisada em dois ou três dias, e a taxa de hidrólise depende da temperatura do solo, umidade, quantidade e forma pela qual a uréia é aplicada (RIBEIRO, GUIMARÃES e ALVAREZ, 1999). De acordo com Coutinho, Natale e Souza, (1993), quando ocorre a hidrólise no solo, pela ação das enzimas, a uréia transforma-se em amônia, a qual é facilmente absorvida pelas plantas. No entanto, a uréia apresenta alta concentração de N, é de fácil manipulação e causa menor acidificação no solo, o que a torna, do ponto de vista econômico, superior a outras fontes de N (PRIMAVESI *et al.*, 2004).

Devido à complexidade do ciclo do nitrogênio no solo, a eficiência de utilização de fontes nitrogenadas pelas culturas é na maioria das vezes desconhecida. O fertilizante nitrogenado aplicado ao solo pode ser perdido por várias formas, como imobilização, lixiviação e volatilização em determinadas condições, e pode ser absorvido em pequenas quantidades pela cultura (MALAVOLTA, 1990; SAMPAIO, 1991).

Por ser um nutriente que apresenta grande dinâmica no sistema solo-planta, o manejo adequado do N é tido como um dos mais difíceis (SANTOS *et al.*, 2006), sendo essencial para a obtenção de altas produtividades. Deste modo, deve-se colocar à disposição da planta em tempo e locais adequados (CARVALHO, 2001). No sistema solo-planta-atmosfera, o nitrogênio é um elemento de alta mobilidade, perdendo-se facilmente por volatilização ou lixiviação e, além disso, os adubos nitrogenados têm baixa eficiência e alto custo de fabricação, o que permite considerar que sua utilização sem critério eleva o custo do produto final. Dentre as formas de nitrogênio disponíveis no solo, o nitrato (NO_3^-) é a predominante em solos bem aerados. Devido ao predomínio de cargas negativas na camada arável e a seu caráter fortemente iônico, a sua adsorção eletrostática é insignificante.

Desta forma, o NO_3^- permanece na solução do solo, o que favorece a sua lixiviação no perfil para profundidades não atingidas pelas raízes, podendo ainda ser transportado até as águas subsuperficiais, causando perda da sua qualidade (PANG e LETEY, 2000).

Apesar de a forma de absorção do nitrogênio ser predominantemente como nitrato (NO_3^-), também é absorvido na forma catiônica como amônio (NH_4^+), sendo a forma nítrica muito mais rapidamente absorvida pelas plantas. Porém, a forma nítrica é facilmente lixiviada, enquanto a forma amoniacal é mais adsorvida pelas

partículas do solo. Sob concentrações elevadas no solo, após a fertilização, a absorção desses íons pelas raízes pode exceder a capacidade de uma planta em assimilar os mesmos, levando ao seu acúmulo nos tecidos vegetais (FAQUIN e ANDRADE, 2004; TAIZ e ZEIGER, 2004).

O fornecimento de nitrogênio às plantas via adubação mineral funciona como complementação à capacidade de seu suprimento pelo solo, a partir da mineralização (MALAVOLTA, VITTI e OLIVEIRA, 1997). A deficiência de nitrogênio causa nas plantas clorose generalizada e hábito estiolado; o crescimento é retardado e lento, as partes mais maduras das plantas são as primeiras a se tornarem afetadas, pois o nitrogênio transloca-se de regiões mais velhas para as mais jovens (EPSTEIN e BLOOM, 2006).

De acordo com Oliveira e Araujo (1996), o maior acúmulo do nitrogênio pela planta ocorre entre 50-60 dias após a emergência, concentrando-se nas raízes, folhas, grãos e vagens em cultivares de ciclo vegetativo entre 90 e 100 dias. As plantas absorvem menos de 50% do nitrogênio, que é fornecido através da adubação mineral (RAO *et al.*, 1992).

Apesar do efeito benéfico do N na produtividade e na qualidade dos produtos obtidos, a lixiviação de nitrato no perfil do solo pode contaminar as reservas de águas (MACK, 1989; OLMEDO *et al.*, 1999), bem como do efeito carcinogênico do NO^{-3} no organismo humano (RATH, XIMENES e REYES, 1994; HIRONDEL e HIRONDEL, 2001). Pesquisas visando ao estabelecimento de doses adequadas de adubação nitrogenada são de extrema importância para que a qualidade total seja alcançada no processo produtivo.

A exigência de alta disponibilidade de nitrogênio pelas hortaliças é uma das condições responsáveis pela utilização de elevadas doses de fertilizante nitrogenados ao longo do ciclo de cultivo (ZAGO, EVANGELISTAS e ALMEIDA, 1999). Portanto, o manejo adequado do nitrogênio é essencial para maximizar a produção e minimizar custos e degradação ambiental. Lixiviação, volatilização e absorção pelas plantas estão intimamente relacionadas à forma de nitrogênio (nitríca, amoniacal e amídica). O custo grandemente diferenciado das diferentes formas no solo e na água faz com que o nitrogênio seja mais cuidadosamente utilizado para que sua eficiência de utilização pelas plantas seja otimizada (RAUSCHKOLB e HORNSBY, 1994).

A utilização eficiente do nitrogênio consiste em aplicar o adubo próximo à região ativa do sistema radicular, a qual deve estar aliada às condições adequadas de regime hídrico e práticas agrícolas (RIBEIRO, GUIMARÃES E ALVAREZ, 1999).

Parcelamento de nitrogênio em hortaliças

A qualidade final de um produto agrícola é resultado de diversos fatores, envolvidos no sistema produtivo. Dentre eles, mais diretamente, o manejo da fertilidade do solo influencia a composição química dos vegetais e, conseqüentemente, a qualidade comercial e biológica (ZAGO, EVANGELISTAS e ALMEIDA, 1999; BERNARDI *et al.*, 2005). Para a adubação nitrogenada nas hortaliças, incluindo as tuberosas, deve-se levar em consideração as exigências da cultura, condições de clima, além da idade da planta, pois a cultura precisa de quantidades diferentes do nitrogênio que vai depender do seu estágio de desenvolvimento (MALAVOLTA, VITTI e OLIVEIRA, 1997).

O parcelamento do nitrogênio ameniza as perdas, além de favorecer uma melhor produção devido ao eficiente aproveitamento do nutriente pelas plantas, devendo o mesmo ser aplicado na época de maior exigência pelas plantas, pois o nitrogênio que não é absorvido é perdido de alguma forma, seja por lixiviação ou volatilização (BARBOSA FILHO, FAGERIA e SILVA, 2004).

A adubação nitrogenada tem um papel importante na produtividade de qualquer cultivar e na produção de sementes com alto padrão de qualidade. Os adubos nitrogenados devem ser aplicados em cobertura, parceladamente e distanciados de 10 a 15 cm do caule das plantas (SILVA, 2004). A primeira aplicação, metade da dose prevista, deve ser feita após a emissão dos brotos quando as folhas começam a se desenvolver, e o restante, 30 dias após a primeira.

Nas hortaliças, pequena parte do nitrogênio deve ser aplicada antes da semeadura juntamente com o fósforo e o potássio, e o restante é distribuído em cobertura, em uma ou mais vezes, coincidindo com o período de maior exigência da cultura. Contudo, quando se aplicam doses acima de 100 kg ha⁻¹ N ou quando o solo é de textura arenosa ou apresenta baixa CTC, esse nutriente deve ser fornecido em maior número de parcelamento (COUTINHO, NATALE e SOUZA, 1993).

No rabanete, Cardoso e Hiraki (2001), testando duas épocas de aplicação de nitrogênio, observaram as maiores produções comerciais quando foi aplicado nove dias após a semeadura. No alho, Resende e Souza (2001) testando três épocas de aplicação de nitrogênio (30, 50 e 70 dias após o plantio), não observaram diferenças estatísticas entre as características de produção. Santos (1997) obteve a maior altura de plantas, maior número de folhas por planta e maior área foliar quando o nitrogênio foi parcelado aos 30 e 60 dias após o plantio. No inhame, Barbosa Filho, (2004) aplicando uréia 50% aos três, e 50% aos quatro meses após o plantio, obteve uma produtividade de 19,17 t/ha na beterraba, Trani, Cantareli e Tivelli (2005), aplicando sulfato de amônio aos 28 e 49 dias após o desbaste, obteve uma produtividade de 120 t/ha de raízes comerciais.

Segundo Fox, Kern e Piekielek (1986), dentre as formas de aplicação de nitrogênio, a de cobertura tem sido a mais eficiente (rendimento/unidade de nitrogênio aplicado) pois, além de fornecimento do nutriente em época de maior exigência, a absorção do NH_3 pelas folhas inferiores das plantas pode reduzir as perdas por volatilização. Por outro lado, Keller e Mengel (1986) demonstraram que a uréia em cobertura apresenta-se tão eficiente quanto outras fontes de nitrogênio, quando ocorrem precipitações após a sua aplicação.

2.4.2 Potássio no solo e na planta

Potássio é indispensável para a translocação de açúcares e síntese de amido (REIS JÚNIOR, FONTES, 1996), sendo o nutriente mais absorvido pela batata. O potássio, segundo Moinuddin e Bansal (2005), é também responsável pelo aumento no rendimento de tubérculos.

2.5 IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO

A irrigação por gotejamento pode ser usada tanto na superfície do solo, quanto enterrada, recebendo neste caso o nome de irrigação por gotejamento subsuperficial. Segundo BYRNES (2001), a irrigação por gotejamento, subsuperficial aperfeiçoa a eficiência de aplicação, pois o volume armazenado pode ser maior do

que nos outros sistemas de irrigação. A irrigação por gotejamento subsuperficial vem sendo comparada com outros sistemas de irrigação para diferentes tipos de cultura, em todos os casos a produção é igual ou maior que nos outros sistemas (BYRNES 2001).

A irrigação localizada por gotejamento, destaca-se como a tecnologia de irrigação e fertilização mais racional para o setor, visto ser o método que possibilita maior eficiência no uso da água e que apresenta a menor demanda de energia e mão de obra. A eficiência de aplicação deste método de irrigação varia entre 80% e 100%, podendo este ser utilizado na cultura de batata (RAUSCHKOLB e HORNESBY, 1994).

A irrigação por gotejamento é adaptada a áreas de excessiva infiltração ou escoamento e ou onde a água é escassa. O sistema permite aplicação mais precisa da água, reduções na evapotranspiração, escoamento e percolação profunda, menos perdas de nutrientes, menor incidência de doenças (SAMPAIO, 1991) pela manutenção da umidade do solo em níveis ideais, evitando-se os efeitos cíclicos do excesso de água após a irrigação e o déficit hídrico antes da próxima irrigação. Ambas as situações causam fechamento de estômatos e interferências nos processos de absorção de nutrientes, transpiração, respiração, crescimento e produção da planta.

A irrigação por gotejamento não deve ser considerada somente como uma nova técnica para suprir de água as culturas, mas como parte integrante de um conjunto de técnicas agrícolas nos cultivos de determinadas plantas, sob condições controladas de umidade do solo, adubação, salinidade, doenças e variedades selecionadas, de modo que se obtenham efeitos significativos na produção por área e por água consumida, bem como na época da colheita e na qualidade do produto. A aplicação de água ao solo, na irrigação por gotejamento, é sob a forma de ponto, ficando a superfície do solo com uma área molhada com forma circular e volume de solo molhado na forma de bulbo. Quando os pontos de gotejamento são próximos uns dos outros, forma-se uma faixa molhada contínua, sendo assim, somente uma pequena porção da superfície do solo será molhada, o que diminui em muito a evaporação direta da água do solo para a atmosfera, quando comparada com a irrigação por aspersão (LARCHER, 2004).

A necessidade de água ou evapotranspiração total da cultura varia entre 350 a 600 mm/ciclo, dependendo principalmente das condições climáticas

predominantes e duração do ciclo da cultivar. A eficiência de utilização de água varia entre 4 e 7 kg de tubérculos por metro cúbico de água, ou seja, são necessários mil litros de água para produzir 4-7 kg de batata (SANGOI *et al.*, 2003).

A falta de água é um dos grandes problemas enfrentados pelos agricultores irrigantes. Verifica-se que em diversas áreas vem diminuindo a água disponível para irrigar. Portanto, é necessária a utilização de sistemas de irrigação mais eficientes com economia de água, evitando-se todo tipo de desperdício. Desta forma, o sistema de irrigação por gotejamento representa uma alternativa para os produtores enfrentarem este problema (SANGOI *et al.*, 2003).

Segundo Sangoi *et al.* (2003), o sistema de irrigação por gotejamento aplica a água na forma de gotas diretamente sobre a superfície do solo, permitindo fornecer a água em pequenas quantidades, próximo às raízes das plantas, não molhando as entrelinhas. Por isto usa pouca água quando comparado a outros sistemas de irrigação, podendo ser em lugares onde os agricultores dispõem de pouca água ou quando as condições de bombeamento aumentarem demais o custo. Bons resultados são alcançados em cultivos de hortaliças (tomate, batata, pimentão, jiló, pepino, feijão-vagem etc.) e diversas frutíferas (SANTOS *et al.*, 2006).

O método de irrigação por gotejamento é apropriado para culturas que possibilitem grande retorno econômico como a batata. A irrigação por gotejamento pode oferecer eficiência de 75 a 95%. Obviamente, para ser utilizada a irrigação por gotejamento tem que apresentar vantagem econômica para o bataticultor. Parte do custo é investida em estruturas possíveis de serem utilizadas por anos, e parte é gasta anualmente (SANTOS *et al.*, 2006).

A irrigação localizada por gotejamento permite a aplicação de fertirrigação de forma muito mais eficiente e eficaz do que qualquer outra forma de irrigação convencional, como aspersão, canhão, pivô central, inundação ou mesmo a chuva, com melhor aproveitamento e economia de água e menor incidência de problemas fitossanitários. Mais eficiente significa com melhor desempenho, enquanto que mais eficaz significa mais correto ou com menos erros. Gotejamento é o sistema mais viável e de mais fácil manejo. Não há limitação de tamanho de áreas, podendo ser projetado para várias parcelas, cujo somatório atenda a grandes áreas. A sua manutenção é simples e barata ao longo de sua vida útil, que poderá superar os dez anos nos bons equipamentos disponíveis no mercado. A economia de água e energia, em relação aos outros sistemas de irrigação, é fantástica, mas é pela

facilidade de suprir os nutrientes via fertirrigação a sua imbatível superioridade, que também lhe permite atuar de forma corretiva e ponderada. O sistema de pivô central é também muito boa alternativa e deve ter injetora de fertilizantes para permitir fertirrigação. Embora seja menos eficiente em relação ao gotejamento, ainda promove uma excelente relação custo/benefício (SANGOI *et al.*, 2003).

A irrigação por gotejamento aproveita 90 a 95 litros de água de cada 100 litros retirados do manancial, funciona com baixa pressão e menor volume de água bombeada, reduz o tamanho do motor e o consumo de energia, sendo possível aplicar fertilizantes juntamente com água de irrigação, melhorando o aproveitamento dos adubos utilizados. Como a aplicação da água é realizada junto ao solo, a ocorrência de vento não afeta a distribuição de água (SANTOS, 2006).

Santos (2006) afirma que a irrigação por gotejamento permite maior controle da lâmina d'água aplicada, diminui as perdas por evaporação (pois não há movimento da água no ar, não molha a superfície dos vegetais e não molha toda a superfície do solo), não há perdas por percolação e por escoamento, não irriga ervas daninhas entre as fileiras de culturas e permite maior eficiência de irrigação, a qual não é afetada pelo vento, tipo de solo e pela interferência do agricultor. Em geral, obtém-se maior produtividade com a irrigação por gotejamento, principalmente para culturas que respondem a maiores níveis de umidade no solo.

A maior frequência de irrigação é inerente ao próprio método de irrigação por gotejamento. Devido a menores variações do nível da água no solo, os frutos, em geral, desenvolvem-se melhor e são mais uniformes. A irrigação por gotejamento permite a fertirrigação, e, por concentrar o sistema radicular da cultura junto ao "bulbo molhado", facilita a aplicação do adubo por cobertura, não irriga as ervas daninhas e não molha a parte aérea dos vegetais, o que facilita o controle das ervas daninhas, dos insetos e fungos, permitindo maior eficiência no uso de defensivos. Como na irrigação por gotejamento não se molha toda a faixa entre as fileiras, pode-se fazer capinas, colheitas e aplicação de defensivos antes, durante ou depois das irrigações, adaptando-se a diferentes tipos de solos e topografias. Como a aplicação da água na irrigação por gotejamento é em pequena quantidade, este método se adapta melhor do que qualquer outro método de irrigação a diferentes tipos de solos e topografia, mesmo em terrenos com topografia irregular e acidentada. Finalmente, pode ser usado com água salina ou em solos salinos. Como neste método de irrigação o turno de rega é, em geral, muito pequeno, o teor de umidade dentro do "

bulbo molhado " é sempre bastante elevado, mantendo menor concentração de sal dentro do bulbo e maior concentração na sua periferia, permitindo assim, maior concentração das raízes na região de menor concentração de sal (SANTOS, 2006).

O sistema de irrigação por gotejamento apresenta várias vantagens: permite melhor controle da lamina d'água aplicada; diminui as perdas por evaporação (pois não há movimento da água no ar, não molha a superfície dos vegetais e não molha toda a superfície do solo); não há perdas por percolação e por escoamento superficial; não irriga as plantas daninhas entre as fileiras de cultura e permite maior eficiência da irrigação, a qual não é afetada pelo vento, tipo de solo e pela interferência do irrigante. Em geral, obtêm-se maior produtividade com irrigação por gotejamento, principalmente para as culturas que respondem a maiores níveis de umidade no solo, pois maior frequência de irrigação é inerente ao próprio método de irrigação por gotejamento. Maior eficiência no controle fitossanitário, pois a irrigação por gotejamento não irriga ervas daninhas e não molha a parte aérea dos vegetais, o que facilita o controle de ervas daninhas, dos insetos e fungos permitindo maior eficiência no uso de defensivos além de se adaptar a diferentes tipos de solos e topografia (LARCHER, 2004).

Consegue-se obter uniformidade pela maximização da produtividade, explorando todo o potencial genético da planta ao fornecer os nutrientes dentro dos níveis que ela necessita, e a sua resposta será, com o máximo vigor, qualidade e quantidade possíveis. Alguns nutrientes, como P e K, por exemplo, são facilmente imobilizados quando o solo seca, mas estão muito mais disponíveis na solução do solo quando fornecidos via fertirrigação antes de o solo secar. Ao se irrigar novamente esse solo, muitos elementos retornam à solução nutritiva do solo apenas de forma parcial.

Além de minimizar os riscos inerentes às condições climáticas adversas, a adoção da irrigação visa a colocação do produto no mercado em épocas mais sujeitas a geadas do ponto de vista econômico, uma vez que o cultivo da batata em áreas de clima ameno pode ser realizado, praticamente, durante todo o ano. Em áreas propícias a geadas, a irrigação por aspersão pode ser utilizada para minimizar tais riscos (SANGOI *et al.*, 2003).

A necessidade de água na cultura da batata é variável, dependendo das condições climáticas predominantes. Sabe-se que a deficiência de água na cultura

de batata é frequentemente o fator mais limitante para a obtenção de altos rendimentos; assim, o controle da umidade do solo é decisivo para o êxito da cultura.

Segundo Santos *et al.* (2006), a agricultura de sequeiro adota as tradicionais aplicações de fertilizantes granulados em fundação ou base e complemento em cobertura. Essa prática tem sido mantida, de modo total ou parcial, também no cultivo da batata irrigada por motivos diversos, como tradição, fácil acesso aos fertilizantes granulados considerados baratos, desconhecimento de manejo com fertilizantes solúveis para fertirrigação e carência de ensaios demonstrativos no Brasil com fertirrigação e divulgação do custo / benefício favorável do mesmo modo, que já foi consagrado em vários países onde a bataticultura irrigada e fertirrigada está aceita, e com suporte e viabilidade econômica. Há casos em que a totalidade do N e K é fornecida via fertirrigação e apenas uma fração do P (30% a 50%) é fornecida na base; enquanto a fração P, via fertirrigação, está crescendo gradualmente por ser muito mais eficaz e disponibilizar o P em pequenas e frequentes aplicações desde que a fonte de P seja solúvel como o MAP purificado, MKP ou ácido fosfórico.

Segundo Silva *et al.* (2005) a batata está entre as hortaliças mais exigentes em água. Apesar de a deficiência ser o fator mais limitante para obtenção de altas produtividades, o excesso de água também é prejudicial, visto reduzir a aeração do solo, aumentar a lixiviação de nutrientes e aumentar a intensidade de problemas fitossanitários. Assim, o suprimento adequado de água à cultura através da irrigação é de fundamental importância, tanto nas regiões de clima seco quanto naquelas onde a distribuição de chuvas é irregular.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi implantado e conduzido no período de 02/03/2009 a 11/06/2009, nas dependências da Universidade José do Rosário Vellano, em áreas do Setor de Olericultura e Experimentação, localizado no município de Alfenas/MG.

A cidade de Alfenas localiza-se na região sul de Minas Gerais, com altitude média de 880 m; latitude de 21° 25' S e 45° 05' de longitude oeste. O clima é tropical e a temperatura média anual é de 19,6 °C, com média máxima anual de 26,9 °C e média mínima anual de 14,3 °C; o índice médio pluviométrico anual fica em torno de 1592,7 mm utilizando-se um latossolo vermelho.

3.2 MATERIAL

O material empregado constou da cultivar de batata Asterix certificada. Esta cultivar é originária do cruzamento entre os genótipos Cardinal e SVP VE 70-9. É uma cultivar semitardia, de pele vermelha, rendimento bastante elevado, com tubérculos numerosos e ovais alongados, olhos superficiais e polpa amarela. Tem ótimo teor de matéria seca e resistência ao enegrecimento interno e danos mecânicos.

Como informação culinária, por seu alto teor de matéria seca, apresenta muito boas características para frituras, sendo bastante utilizada industrialmente na fabricação de French Fries (pré-fritas congeladas) em função de seu formato oval alongado propiciar um ótimo aproveitamento no corte de palitos (BRASIL, 2007).

O sistema de irrigação e fertirrigação cedido pela Metasul (Sistemas de Irrigação Ltda) constaram dos seguintes equipamentos (Croqui anexo):

Tubos gotejadores da marca Metasim, com emissores espaçados de 25 cm e vazão de 4 L/h.

Reservatório de água de 1000 L, também usado para aplicação da solução nutritiva.

Temporizador da marca Web, com tempo de ajustes para irrigação e repouso de 15 em 15 minutos e seus múltiplos.

Motobomba da marca Thebe, 5 m³/h, 40 m.c.a.

Tensiômetros

Fertilizantes.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E METODOLOGIA

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 3 x 3 constituindo 18 tratamentos com 3 repetições. Os fatores constaram de 2 modalidades de irrigação, superficial e subsuperficial, três doses de nitrogênio (75, 150 e 225 kg ha⁻¹), três doses de potássio (210, 310 e 410 kg ha⁻¹), com todas as combinações possíveis destes fatores, conforme a Tabela 2. A irrigação superficial foi feita com os tubos gotejadores ao lado de cada linha de plantio. No momento da amontoa (chegamento de terra no colo das plantas com levantamento de leiras) realizada aos 30 dias após semeio, os tubos gotejadores foram retirados e recolocados superficialmente por cima das leiras formadas, onde permaneceram até o final da experimentação. A irrigação subsuperficial foi realizada com o aterramento definitivo dos tubos gotejadores quando do procedimento da amontoa. Utilizou-se como fonte de potássio o cloreto de potássio branco com 60 % de K₂O e, como fonte de nitrogênio, a uréia com 45 % de N.

Cada parcela experimental tinha as dimensões de 1,6 m x 2,5 m, compostas de duas linhas de plantio de 2,50 m de comprimento espaçadas de 0,80 m, comportando 20 plantas, sendo avaliadas as 16 plantas centrais, com as plantas restantes consideradas como bordadura.

A irrigação foi realizada de acordo com os indicativos dos tensiômetros colocados estrategicamente nas imediações da área experimental. Para o caso específico, as irrigações foram realizadas a todo momento que a média das leituras dos tensiômetros instalados a 10 cm ficou entre 30 e 50 Kpa (BARBOSA FILHO, FAGERIA e SILVA, 2004).

A fertirrigação foi realizada semanalmente de acordo com os tratamentos. O solo da área experimental apresentava inicialmente os seguintes valores referentes aos teores de nutrientes:

pH (H₂O) = 5,5; P (Mehlich)= 0 25 mg/dm³; K(Mehlich)=111 mg/dm³; Ca²⁺ = 0,9 cmol_c/dm³; Mg²⁺ = 0,6 cmol_c/dm³; Al³⁺ = 0,1 cmol_c/dm³; H + Al = 3,2 cmol_c/dm³.

O fósforo na forma de superfosfato simples foi colocado totalmente nas parcelas cinco dias antes do plantio, em dose única para todas as parcelas. Potássio e Nitrogênio foram aplicados em cobertura semanalmente, de acordo com as doses programadas. Foram realizadas oito coberturas durante o ciclo da cultura e de acordo com os estádios fenológicos da mesma. Para estas aplicações foi utilizado o recurso da fertirrigação. Para cada tratamento (doses diferentes do fertilizante nitrogenado e potássico) foram determinados o volume da solução nutritiva, o tempo de fertirrigação e o tempo de irrigação para lavagem do equipamento. Para a fertirrigação não foi usado o aplicador venturi, sendo usado diretamente o depósito de 1000 litros usados para a irrigação. Antes da fertirrigação, de acordo com cada tratamento, o depósito era suprido com quantidade de água suficiente para encher toda a tubulação e iniciar o gotejamento em todos os emissores respectivos apenas para as parcelas correspondentes ao tratamento em questão. Após esse procedimento, o depósito era suprido com a solução nutritiva e, em seguida, esta solução era aplicada integralmente nas parcelas correspondentes.

O fornecimento de N e K foram subdivididos em 8 aplicações para cada dose do nutriente, de acordo com a recomendação da Tabela 2.

Aos 101 dias do plantio foram avaliadas as seguintes características: peso médio do tubérculo, em gramas, e produção comercial em toneladas por hectare. Os dados foram submetidos à análise de variância e, em seguida, as médias foram submetidas à análise de regressão.

TABELA 2 – Tratamentos do esquema fatorial

Tratamento	Irrigação	N (kg ha ⁻¹)	K ₂ O (kg ha ⁻¹)
1	Superfície	75	210
2	Subsuperficial	75	210
3	Superfície	75	310
4	Subsuperficial	75	310
5	Superfície	75	410
6	Subsuperficial	75	410
7	Superfície	150	210
8	Subsuperficial	150	210
9	Superfície	150	310
10	Subsuperficial	150	310
11	Superfície	150	410
12	Subsuperficial	150	410
13	Superfície	225	210
14	Subsuperficial	225	210
15	Superfície	225	310
16	Subsuperficial	225	310
17	Superfície	225	410
18	Subsuperficial	225	410

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Peso Médio de Tubérculos

Para esta característica foram observadas interações significativas apenas entre os fatores nitrogênio e potássio. Os efeitos significativos foram observados apenas para os tratamentos doses de nitrogênio mais doses de potássio isoladamente (TABELA 1A). Isto significa dizer que os resultados para os tipos de irrigação (Superficial e Sub-superficial) foram os mesmos (TABELA 3) indicando a não necessidade de retirada dos tubos gotejadores no momento da amontoa.

Os valores observados mostraram que os tubérculos atingiram em média tamanho adequado para a cultivar, e dentro do padrão comercial praticado na região, independente da forma de irrigação utilizada.

TABELA 3 – Peso médio de tubérculos em função das formas de irrigação. UNIFENAS, 2009.*

Irrigação	Peso Médio do Tubérculo (g)
Subsuperficial	92,47a
Superficial	90,93a

*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey .

Para ambas as formas de irrigação observou-se um comportamento quadrático para as doses de 210 e 310 kg/ha de potássio. Especificamente para a irrigação superficial, a dose de 310 kg/ha de potássio foi a que proporcionou o melhor resultado quando combinada com uma dose aproximada de 112,5 kg de nitrogênio. A partir desta dose houve decréscimo gradativo do peso médio do tubérculo, indicando efeito nocivo do fertilizante (FIGURA 1).

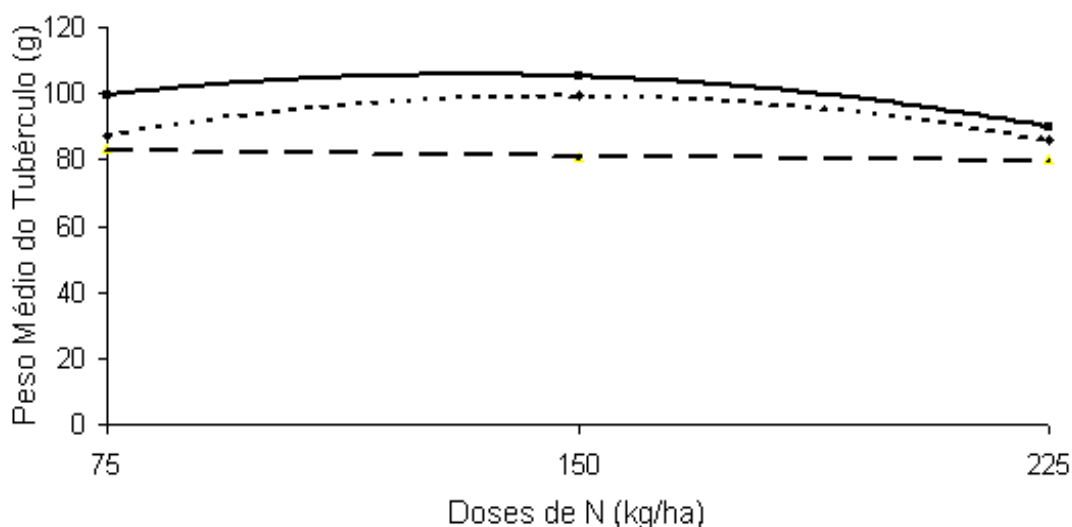


FIGURA 1 – Efeito de doses de potássio e doses de nitrogênio no peso médio de tubérculos de batata com fertirrigação superficial. UNIFENAS, 2008

..... (210 K) $y = -0,0022x^2 + 0,6608x + 50,31$ $R^2 = 1$
 — (310 K) $y = -0,0018x^2 + 0,4849x + 73,66$ $R^2 = 1$
 - - - (410 K) $y = -0,0225x + 84,717$ $R^2 = 0,8921$

Para a dose de 410 kg/ha de potássio observou-se efeito linear com decréscimo gradativo do peso médio do tubérculo em função do aumento das doses de nitrogênio. Comportamento semelhante foi observado com a irrigação subsuperficial, indicando não haver influência do tipo de irrigação na aplicação dos fertilizantes, bem como na própria irrigação (FIGURA 2).

Em termos comparativos, a dose de nitrogênio é inferior à indicada para batata, que é de 190 kg/ha de N, e superior a dose indicada de potássio, considerando-se o teor deste nutriente encontrado no solo ser bom (FONTES, 1999). Provavelmente esta resposta seja devida a uma dose inicial menor de nitrogênio e ao maior parcelamento das aplicações, resultando em um melhor aproveitamento pelas plantas.

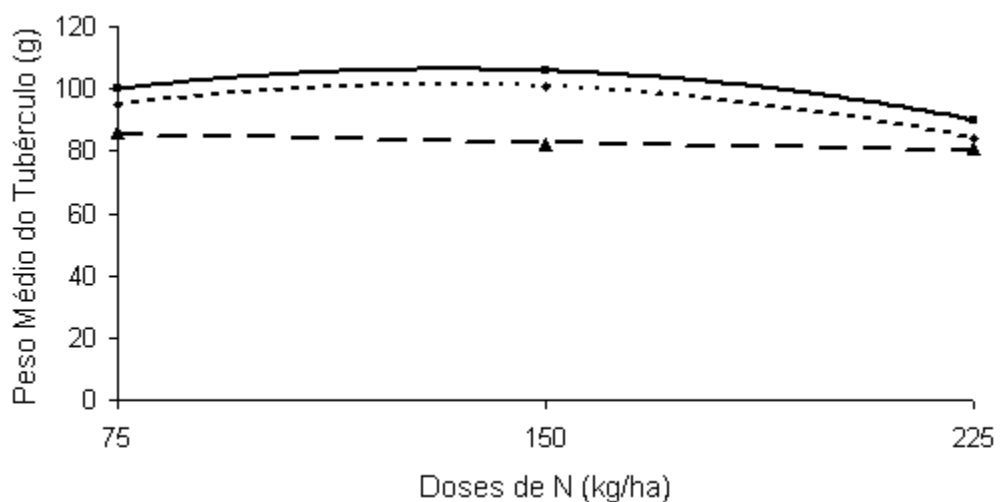


FIGURA 2 – Efeito de doses de potássio e doses de nitrogênio no peso médio de tubérculos de batata com fertirrigação subsuperficial. UNIFENAS, 2008

$$\begin{aligned} \text{..... (210 K)} \quad y &= -0,002x^2 + 0,5289x + 66,48 \quad - R^2 = 1 \\ \text{— (310 K)} \quad y &= -0,0019x^2 + 0,5061x + 72,68 \quad - R^2 = 1 \\ \text{-- (410 K)} \quad y &= -0,0335x + 88,033 \quad - R^2 = 0,89 \end{aligned}$$

Produção Comercial

Para esta característica não foram observadas interações significativas entre os fatores irrigação, nitrogênio e potássio. Os efeitos significativos foram observados apenas para os tratamentos doses de nitrogênio e doses de potássio (TABELA 1A).

Considerando apenas as doses de nitrogênio, observou-se um efeito quadrático com as doses aplicadas para ambas as modalidades de irrigação. Alcançou-se a maior produtividade, 28,56 e 28,03 tha^{-1} , considerando irrigação subsuperficial e superficial, respectivamente, com uma dose estimada de 138,75 kg ha^{-1} de N, a partir da qual houve decréscimo na produção com o aumento das doses (FIGURA 3 e TABELA 4).

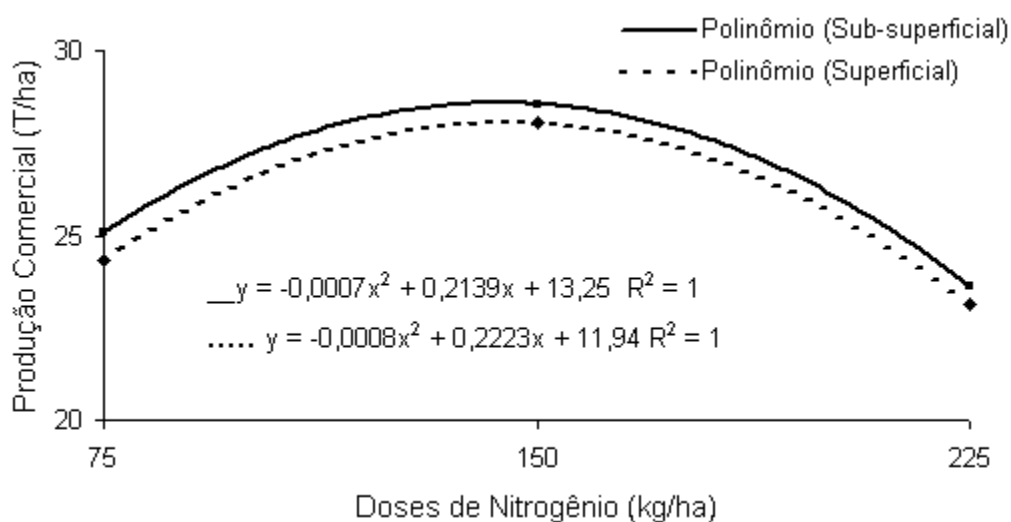


FIGURA 3 – Efeito de doses de nitrogênio na produtividade comercial de batata em função do tipo de fertirrigação. UNIFENAS, 2008.

Para potássio, observou-se comportamento semelhante, com a produção comercial situando-se em valores compatíveis com o praticado na região (TABELA 4) com queda significativa na produção a partir da dose de 310 kg ha^{-1} de potássio (FIGURA 4 e TABELA 4)

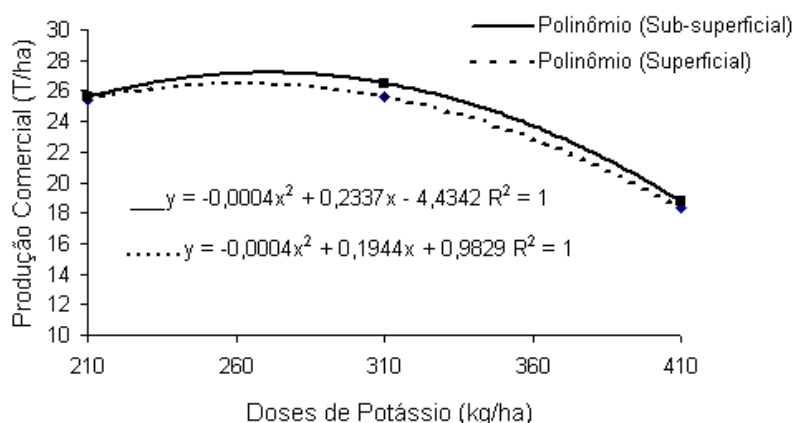


FIGURA 4 – Efeito de doses de potássio na produção comercial de batata em função do tipo de fertirrigação. UNIFENAS, 2008.

TABELA 4 - Produção comercial de batata (tha $^{-1}$) em função de doses de nitrogênio e doses de potássio e do tipo de irrigação UNIFENAS, 2009.

Irrigação	Doses de Nitrogênio (kg ha^{-1})			Doses de Potássio (kg ha^{-1})		
	75	150	225	210	310	410
Superficial	24,30	28,03	23,13	25,45	25,6	18,33
Subsuperficial	25,1	28,56	23,63	25,6	26,51	18,78

5 CONCLUSÃO

Nas condições em que foi conduzido o experimento pode-se concluir que é possível produzir batata fertirrigada com uso de sistema de irrigação localizada, independente de ser superficial ou subsuperficial.

6 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A cultura da batatateira (*Solanum tuberosum* L) tem algumas peculiaridades que dificultam o uso de irrigação localizada, técnica que vem sendo adotada gradativamente para as demais hortaliças. Uma dessas peculiaridades é a operação de amontoa, trato cultural que consiste em aterrar as ramas da batateira, mais ou menos aos 30 dias após plantio. Este trato cultural é indispensável, já que protege a adubação nitrogenada em cobertura, evita o tombamento de ramas e, mais importante, facilita a tuberização protegida dos raios solares que causam esverdeamento dos tubérculos. Em se tratando da irrigação localizada, esta operação poderia comprometer todo o sistema, uma vez que os tubos gotejadores seriam também aterrados no processo. Por outro lado, para evitar o problema, os equipamentos teriam que ser retirados antes da operação e recolocados sobre os camalhões ao final da mesma.

Os resultados deste trabalho demonstraram que os tubos gotejadores podem ser aterrados no momento da amontoa sem prejuízo para a irrigação e fertirrigação evitando assim a danificação do mesmo e o gasto com mão de obra. O orçamento para a fertirrigação de 01 hectare de batata, segundo técnicos da Metasul (Sistemas de Irrigação Ltda) de Alfenas (comunicação pessoal), gira em torno de R\$4.759,82 . Levantamento de custo de produção da batata realizados na região de Alfenas por ocasião da pesquisa mostraram que, em média, gastam-se 20 dias/homem para a irrigação, mais 5 dias/homem para a adubação nitrogenada em cobertura em sistema de produção convencional (irrigação por aspersão), totalizando aproximadamente R\$750,00, que devem ser somados ao custo do equipamento de irrigação por aspersão. Os dados levantados na região de Alfenas também mostraram que um equipamento completo para irrigação de um hectare de batata por aspersão gira em torno de R\$3.000,00. Entretanto, apresentam maiores custos de manutenção (5% do preço de aquisição) e de operação (mão de obra + energia), devido à constante movimentação das tubulações e dos aspersores e à maior potência da motobomba por hectare irrigado (3 a 8 cv/ha).

Silva *et al.* (2005) observaram que a irrigação localizada em batata proporciona redução significativa no gasto com água e com a incidência de doenças fúngicas e bacterianas, reduzindo também a aplicação de agroquímicos, quando em

comparação com o cultivo convencional (irrigação por aspersão). Assim, os dados obtidos com a presente pesquisa mostram que há vantagens significativas em se usar o sistema localizado de irrigação em batata com fertirrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K.; SILVA, O.F. Fontes e métodos de aplicação de nitrogênio em feijoeiro Irrigado submetido a três níveis de acidez do solo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 785-792, 2004.
- BERNARDI, et al. Produção, aparência e teores de nitrogênio, fósforo e potássio em alface cultivada em substrato com zeólita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 920-924, 2005.
- BYRNES, B.H. Liquid fertilizers and nitrogen solutions. In: **International Fertilizer Development Center. Fertilizer manual**. Alabama, Kluwer Academic, p.20-44, 2001.
- CARDOSO, A.I.I.; HIRAKI, H. Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.3, p.328-331, 2001.
- CARDOSO, A.I.I.; HIRAKI, H. Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.3, p.328-331, 2001.
- CARVALHO, S.A. Propagação dos citrus. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.209, 21-46, 2001.
- COUTINHO, E.L.M.; NATALE, W.; SOUZA, E.C.A. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. (eds.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 85-140
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Planta, 2006.401 p.
- FAQUIN, V.; ANDRADE, A.T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional de hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 88 p.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 1982.402 p.
- FOX, R. H.; KERN, J. M.; PIEKIELEK, W. P. Nitrogen fertilizer source, and method and time of application effect on no-till corn yields and nitrogen uptakes. **Agronomy Journal**, Madison, v. 78, p. 741-746, 1986.
- GUIMARÃES, V.F.; ECHER, M.M.; MINAMI, K. Métodos de produção de mudas, distribuição de matéria seca e produtividade de plantas de beterraba. **Horticultura Brasileira**, v.20, p.505-509, 2002.
- HIRONDEL, J.I.; HIRONDEL, J.L. **Nitrate and man: toxic, harmless or beneficial** New York: CAB Publishing. 2001. 168 p.

KELLER, G. D.; MENGEL, D. E. Ammonia volatilization from nitrogen fertilizers surface applied to no-till corn. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 50, p. 1060-1063, 1986.

LARA CABEZAS, W.A.R. et al. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto no Triângulo Mineiro (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.363-376, 2000.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2004. 531 p.

MACK, H.J. Effects of nitrogen, boron and potassium on boron deficiency, leaf mineral concentrations, and yield of table beets (*Beta vulgaris* L.). **Communications In Soil Science Plant Analysis**, New York, v.20, n.3-4, p.291-303, 1989.

MALAVOLTA E. Pesquisa com nitrogênio no Brasil, passado, presente e perspectivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE NITROGÊNIO EM PLANTAS, **Anais...** Itaguaí: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 1990. p.89-177.

MALAVOLTA, E.; GOMES, F.P.; ALCARDE. J.C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200 p.

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

MARSCHNER H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2.ed. New York: Ac. Press, 1995. 889 p.

MOINUDDIN, S.K., BANSAL, S.K. Growth, yield, and economics of potato in relation to progressive application of potassium fertilizer. **Journal of plant nutrition**, v.28, n.1. p.183-200, 2005.

NOVAS VARIEDADES DA HZPC NO BRASIL. **Batata Show**, n.18. n.07, ago. 2007.

OLIVEIRA, P.I.; ARAUJO, R.S. A Planta: nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: **Cultura do Feijoeiro Comum do Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 169-221

OLMEDO, P.M. *et al.* Sugarbeet (*Beta vulgaris*) response to residual soil N under Mediterranean agronomic practices. **Journal of Agricultural Science**, v.20, n.8 p. 273-280, 1999.

PANG, X.P.; LETEY, J. Organic Farming: challenge of timing nitrogen availability to crop nitrogen requirements. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 64, n.1, p.247-253, 2000.

PRIMAVESI, A.C. *et al.* Adubação nitrogenada em capimcoastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.68-78, 2004.

RAO, A.C.S. *et al.* *Considerations in estimating nitrogen recovery efficiency by the difference and isotopic dilution methods.* **Fertilizer Research**, The Hague, v.33, p.209-217, 1992.

RATH, S.; XIMENES, M.I.N.; REYES, F.G.R. Teores de nitrato e nitrito em vegetais cultivados no Distrito Federal: um estudo preliminar. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.54, p.126-130, 1994.

RAUSCHKOLB, R.S.; HORNSBY, A.G. **Nitrogen management in irrigated agriculture**. New York: Oxford University Press, 1994.251 p.

REIS JÚNIOR., R.A., FONTES, P.C.R. Qualidade de tubérculos de batata em função de doses de adubação potássica. **Horticultura Brasileira**, v.14, n.2 p.170-174, 1996.

REIS JÚNIOR, R.A., MONNERAT, P.H. Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio. **Horticultura Brasileira**, v.19, n.3 p.360-364, 2001.

RESENDE, G.M.; SOUZA, R.J. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre a produtividade e características comerciais de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.2, p.126-129, 2001.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** *Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais*. Viçosa: UFV, 1999.359 p.

SAMPAIO, E.V.S.B. **Dinâmica de nitrogênio em solos de Pernambuco, especialmente em solo de tabuleiro cultivado com cana-de-açúcar.** 115f. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1991.

SANGOI, L.; *et al.* Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da uréia e manejo dos restos culturais de aveia em dois solos com texturas contrastantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n.1, p.65- 70, 2003.

SANTOS, H.F. dos. **Níveis de nitrogênio e épocas de aplicação sobre a produção e qualidade do alho (*Allium sativum* L.).** 58f. Dissertação (Mestrado em produção vegetal)- Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1997.

SANTOS, H.G.; *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306p. 2006.

SCIVITTARO, W.B.S.; *et al.* Adubação nitrogenada na formação de porta-enxertos de limoeiro 'cravo' em tubetes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.131-135, 2004.

SILVA, A.C. *et al.* Efeitos de doses reduzidas de fluazifop-p-butil no consórcio entre soja e *Brachiaria brizantha*. **Planta Daninha**, v.22, n.3, p.429-435, 2004.

SILVA, E.C.; *et al.* Doenças fúngicas e bacterianas em cultura da batata cultivada sob irrigação localizada e aspersão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45, 2005, Fortaleza – CE. Anais...Brasília : ABH, 2005. v. 23.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TRANI, P.E.; CANTARELA, H.; TIVELLI, S.W. Produtividade de beterraba em função de doses de sulfato de amônio em cobertura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.726-730, 2005.

ZAGO, V.C.P., EVANGELISTAS, M.R.; ALMEIDA, D.L. **Aplicação de esterco bovino e uréia na couve reflexos nos teores de nitrato e na qualidade**. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n.3, p. 207- 211, 1999.

APÊNDICE

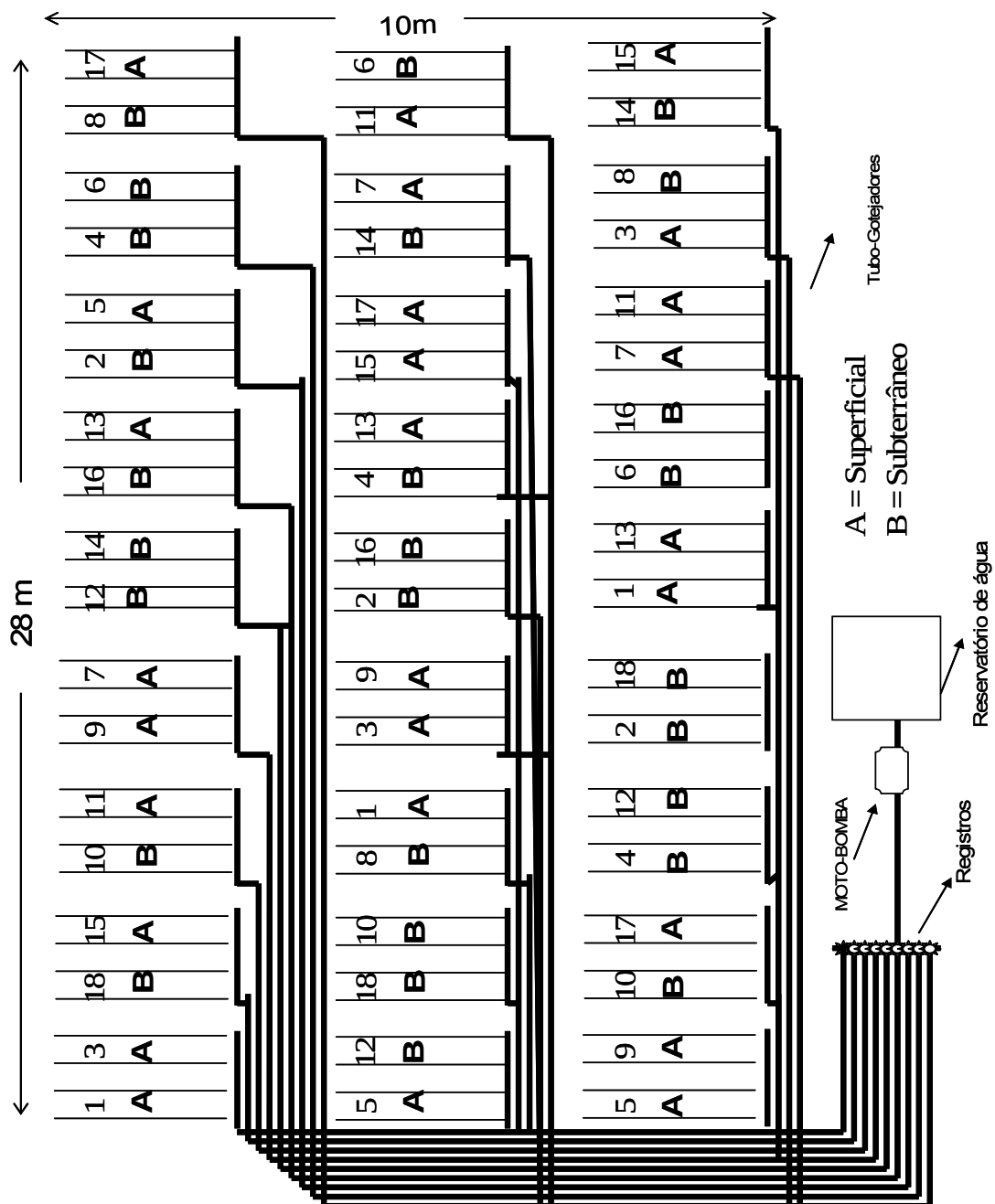


Figura 1A – Croqui da área experimental

TABELA 1A – Quadrados médios e significância para as características avaliadas

FV	GL	QM	
		Peso Médio de Tubérculo	Produção Comercial
Blocos	2		
Irrigação (A)	1	32,1455213	5139193,2929859
Nitrogênio (B)	2	288,5461207*	116585566,2803855*
Potássio (C)	2	856,4278899*	451686862,3671484*
A x B	2	14,9319899	124511.9151654
A x C	2	5,6705909	158086,5544934
B x C	4	237,8890679*	8459950,8236682
A x B x C	4	9,4387446	466312,0910845
Resíduo	34	72,4981185	8105179,577073
Total	53		
Total	53		
CV (%)		9,28	11,18

