CARLA DE BEM DOS SANTOS SOUZA

PRODUÇÃO DE MINITUBÉRCULOS DE BATATA-SEMENTE BÁSICA EM VASO E HIDROPONIA, EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae.*

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

CARLA DE BEM DOS SANTOS SOUZA

PRODUÇÃO DE MINITUBÉRCULOS DE BATATA-SEMENTE BÁSICA EM VASO E HIDROPONIA, EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae.*

APROVADA: 29 de maio de 2009.

Prof. Mário Puiatti **(Coorientador)**	**Prof.ª Hermínia E. P. Martinez** **(Coorientadora)**
Prof. Sérgio Yoshimitsu Motoike	**Dr.ª Marialva Alvarenga Moreira**

Prof. Paulo Cezar Rezende Fontes
(Orientador)

Á minha mãe e pai
Maria Clara de Bem dos Santos e Carlos dos Santos, por suas lutas para a nossa educação, pela confiança depositada em mim sempre, pelo apoio e carinho, por nossa história de vida.....

OFEREÇO....

Ao meu esposo
Antônio Fernando de Souza (amor da minha vida), pelo incentivo e paciência, por não me deixar desanimar nunca, pelo amor e carinho em todos os momentos alegre de minha vida, pois você é o presente de Deus para mim...
DEDICO...

Agradeço a Deus,
...que é o meu pastor e junto à ELE nada me faltará.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, paz e saúde.

Ao professor Paulo Cezar Rezende Fontes, pelos ensinamentos, pela paciência e compreensão.

Aos professores Hermínea Martinez, Mário Puiatti, Paulo Roberto Cecon e ao pesquisador Roberto Fontes Araújo, pelos conselhos e ensinamentos.

Ao professor Sérgio Yoshimitsu Motoike pela disponibilidade e pelas valiosas sugestões.

Á Marialva Alvarenga Moreira pela disponibilidade, sugestões, ensinamentos e apoio a toda hora.

Á Claudete, Beatriz (minha menininha) e seus familiares a quem devo minha gratidão, pela amizade e pelo carinho.

Ao meu marido Antônio Fernando (Toninho) pelo incentivo, amor, companheirismo e paciência.

À minha família (Maria Clara, Carlos e Juliana) pelo carinho, amor, confiança e gratidão.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial, ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade concedida.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia, em especial ao Assis, Wilson e José Maria, pela grande força e auxílio na condução dos experimentos.

Á Domingos e Itamar, pela amizade, pela atenção e pelo auxílio indispensável no laboratório.

A todos os meus amigos que me acompanharam nesta jornada e me deram forças: Ana Maria, Andréa, Eber, Expedito, Gisele, Junia, Marialva, Maristela, Mônica, Paula, Ritinha, Yonara, além de outros, pela amizade e companheirismo, pelo carinho, pelos momentos de alegria e descontração, pela ajuda e pela imensa satisfação de tê-los conhecido.

A todos aqueles que sempre me apoiaram.

OBRIGADA

BIOGRAFIA

CARLA DE BEM DOS SANTOS SOUZA, filha de Carlos dos Santos e Maria Clara de Bem dos Santos, nasceu em 08 de junho de 1976, em Macapá – AP.

No ano de 1997 iniciou o curso de agronomia Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, concluindo em março de 2003.

Em março de 2007, iniciou o curso de mestrado em Fitotecnia, na Universidade Federal de Viçosa, na área de Nutrição Mineral e Adubação de Plantas defendendo a dissertação em maio de 2009.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. A espécie	3
2.2. Produção de semente de batata no Brasil	4
2.3. Crescimento e desenvolvimento da batateira	6
2.4. Produção de batata-semente em vaso com substrato	7
2.5. Produção de batata-semente em sistema hidropônico	8
2.6. Nitrogênio	10
2.7. Dose de N em hidroponia	12
CAPÍTULO 1	
Produção de minitubérculos de batata-semente em substrato e índices de nitrogênio na planta em função de doses de nitrogênio	13
1. INTRODUÇÃO	13
2. MATERIAL E MÉTODOS	16
2.1. Localização da área experimental	16
2.2. Material de propagação	16
2.3. Tratamentos, instalação e condução do experimento	16
2.4. Avaliações	17
2.4.1. Determinações na quarta folha a partir do ápice (QF) e na folha velha (FV) e caracterização do crescimento da planta ao longo do ciclo	17
a) Índice SPAD	17
b) Comprimento, largura e número de folíolos	17
c) Altura e número de folhas da planta	18
2.4.2. Determinações aos 60 dias após o plantio (DAP)	18
a) Índice SPAD na QF e FV	18

b) Área foliar, comprimento, largura, número de folíolos, massa da matéria fresca e seca da QF e FV..... 18
c) Teor e conteúdo de nitrogênio na QF e FV..... 18
d) Na planta: área foliar da planta, altura, número de folhas e tubérculos, e massa de matérias frescas e secas de folhas, hastes, raízes e tubérculos..... 19
e) Teor e conteúdo de nitrato e nitrogênio orgânico em órgão da planta..... 20
2.4.3. Avaliações na colheita..... 20
a) Número de tubérculos, massa de matéria fresca e seca de tubérculos, folhas, raízes e hastes..... 20
b) Teor e conteúdo de nitrato e nitrogênio orgânico em folhas, raízes hastes e tubérculos..... 20
2.5. Análise estatística..... 20
2.6. Estabelecimento do valor crítico de cada variável ou critério de avaliação do estado de nitrogênio..... 21
3. RESULTADOS..... 22
3.1. Avaliações na quarta folha e folha velha ao longo do ciclo..... 22
a) Índice SPAD..... 22
b) Comprimento, largura e número de folíolos ao longo do ciclo..... 25
c) Altura da planta e número de folhas ao longo do ciclo..... 28
3.2. Determinações aos 60 DAP..... 30
a) Índice SPAD – 60 DAP..... 30
b) Área, comprimento, largura, número de folíolos, massas da matéria fresca e seca da QF e FV – 60 DAP..... 30
c) Teor e conteúdo de nitrogênio na matéria seca da QF e FV – 60 DAP..... 32
d) Planta: área foliar, altura da planta (AP), número de folhas (NF), número de tubérculos (NT) e massa das matérias frescas (MF) e secas (MS) de haste (H), folhas (F) e tubérculos (T) e massa da matéria seca da raiz (R) aos 60 DAP..... 33
e) Teor e conteúdo de nitrogênio orgânico e de nitrato na matéria seca das folhas, hastes, raízes e tubérculos, aos 60 DAP..... 35
3.3. Avaliações na colheita, final do ciclo..... 37
a) Número de tubérculos, massas das matérias fresca de tubérculos e seca de folhas, hastes, raízes e tubérculos..... 37
b) Teor e conteúdo de nitrogênio orgânico e nitrato na matéria seca das folhas, hastes, raízes e tubérculos na colheita final..... 38
4. DISCUSSÃO..... 41
5. CONCLUSÕES..... 45

CAPÍTULO 2
Produção de minitubérculos de batata-semente em sistema hidropônico em plataformas de telhas de fibrocimento..... 46

1. INTRODUÇÃO..... 46
2. MATERIAL E MÉTODOS..... 49
2.1. Localização da área experimental..... 49
2.2. Material de propagação..... 49

2.3. Tratamentos, instalação e condução do experimento..... 49
2.4. Avaliações..... 51
2.4.1. Determinações não destrutivas na quarta folha (QF) e folha velha (FV) e caracterização do crescimento da planta ao longo do ciclo..... 51
a) Índice SPAD..... 51
b) Comprimento, largura e número de folíolos da QF e FV..... 52
c) Altura da planta e número de folhas..... 52
2.4.2. Avaliações na colheita..... 52
a) Massa da matéria fresca e seca da quarta folha e folha velha..... 52
b) Teor e conteúdo de nitrogênio na quarta folha e folha velha..... 52
c) Número de tubérculos, área foliar, massa da matéria fresca e seca da folha, haste, raízes e tubérculos; classificação dos tubérculos..... 52
d) Teor e conteúdo de nitrogênio na folha, raiz, haste e tubérculos..... 53
2.5. Análise estatística..... 53
2.6. Estabelecimento do valor crítico de cada variável ou critério de avaliação do estado de nitrogênio..... 53
3. RESULTADOS..... 54
3.1. Avaliações na quarta folha e folha velha ao longo do ciclo..... 54
a) Índice SPAD..... 54
b) Comprimento, largura e número de folíolos da QF e FV..... 57
c) Altura da planta e número de folhas ao longo do ciclo..... 61
3.2. Avaliações na colheita aos 79 DAT..... 63
a) Massa da matéria fresca e seca da quarta folha e folha velha..... 63
b) Teor e conteúdo de nitrogênio na quarta folha e folha velha..... 64
c) Número de tubérculos, área foliar, massas das matérias fresca e seca da folhas, hastes, raízes, tubérculos e classificação dos tubérculos..... 66
d) Teor e conteúdo de nitrogênio orgânico e nitrato na matéria seca das folhas, raízes, hastes e tubérculos..... 67
4. DISCUSSÃO..... 70
5. CONCLUSÕES..... 74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 75

RESUMO

SOUZA, Carla de Bem dos Santos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2009. **Produção de minitubérculos de batata-semente básica em vaso e hidroponia, em função de doses de nitrogênio.** Orientador: Paulo Cezar Rezende Fontes. Coorientadores: Hermínia Emília Pietro Martinez, Mário Puiatti, Paulo Roberto Cecon e Roberto Fontes Araújo.

Novas técnicas de propagação vêm sendo propostas para produção de tubérculo-semente básica de batata (*Solanum tuberosum* L.) dentre as quais a propagação por broto, hidroponia e plantio em vasos contendo substrato. Estas novas técnicas representam avanço importante no processo produtivo da batata. São raros os estudos relacionando doses de nitrogênio em solução e no substrato sobre a produção de batata-semente utilizando-se broto como material de propagação. O objetivo da dissertação foi determinar a dose ótima de nitrogênio para a produção de minitubérculos de batata-semente básica em dois sistemas de produção utilizando broto do cultivar Asterix como material de propagação. Os dois sistemas foram plantio em vaso com substrato comercial Plantmax® e telha de fibrocimento. Cada sistema foi um experimento. Os tratamentos em vaso foram 5 doses de nitrogênio (0; 45; 90; 180 e 360 mg dm^{-3}) e no sistema hidropônico os tratamentos foram 4 doses de nitrogênio (45; 90; 180 e 270 mg L^{-1}). No sistema em vaso, 10% de cada dose de nitrogênio foi aplicada em pré-plantio e o restante via água de irrigação, diariamente por 30 dias. As doses de nitrogênio no sistema hidropônico foram fornecidas desde o transplantio das mudas, e as fontes de nitrogênio foram o nitrato de amônio (10%) e nitrato de cálcio. Ambos os experimentos foram instalados em casa de vegetação. Em ambos os experimentos, as doses de N influenciaram positivamente os índices

fisiológicos e nitrogenados na quarta folha e na folha velha (comprimento, largura, área foliar, número de folíolos, massa fresca e seca, teor e conteúdo de N_{org} e $N\text{-}NO_3^-$ na matéria seca e índice SPAD. Da mesma forma doses de N influenciaram positivamente número e massa de tubérculos colhidos. No sistema de vaso, o maior número (5,44 tubérculos/planta) e a máxima massa de tubérculos (243,5 g/planta) foram obtidos com as doses de N de 360 e 332,9 mg dm^{-3}, respectivamente. Ainda em vaso, o índice crítico SPAD encontrado para quarta folha foi 38,8, sendo a QF mais sensível ao efeito da dose de N do que a folha mais velha. No sistema hidropônico, os valores de produtividade por planta foram de 14,1 tubérculos e de 68,4 g com as doses de N de 188,9 e 270 mg L^{-1}, respectivamente. O índice SPAD encontrado para quarta folha foi 38,4. Nos dois sistemas, número e massa de tubérculos por planta não são otimizados pela mesma dose de nitrogênio.

ABSTRACT

SOUZA, Carla de Bem dos Santos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May of 2009. **Producing minitubercules of the basic potato-seed in either pot and hydroponics as function of nitrogen doses.** Adviser: Paulo Cezar Rezende Fontes. Co-advisers: Hermínia Emília Pietro Martinez, Mário Puiatti, Paulo Roberto Cecon and Roberto Fontes Araújo.

New propagation techniques have been proposed for production of the basic potato-seed (*Solanum tuberosum* L.), such as the propagation by sprout, hydroponics and planting in pots containing substratum. Those new techniques represent an important progress in the potato productive process. In the available literature, there are few studies relating the effect of the nitrogen doses in solution and in substratum upon the yield of the basic potato-seed by the using the sprout as propagation material. This dissertation was carried out to determine the optimum nitrogen dose for the yield of minitubercules of the basic potato-seed in two production systems, by using the sprout of the Asterix cv. as propagation material. The planting in vase with the commercial substratum Plantmax® and fibrocement tile were those systems. Each system corresponded to one experiment. The treatments in pot were five nitrogen doses (0; 45; 90; 180 and 360 mg dm^{-3}), whereas in the hydroponic system were four nitrogen doses (45; 90; 180 and 270 mg L^{-1}). In the pot system, 10% from each nitrogen dose were applied daily at pre-planting and the remainder via irrigation water for 30 days. In the hydroponic system, the nitrogen doses were supplied since the transplanting of the seedlings, and the nitrogen sources were the ammonium nitrate (10%) and calcium nitrate. Both experiments were set up in greenhouse. In both experiments, the N doses positively affected both physiological and nitrogenous

indexes in either fourth leaf and the old one (length, width, leaf area, leaflet number, both fresh and dry, content and concentration of N_{org} and $N\text{-}NO^{-}_{3}$ respectively in the dry matter, and the SPAD index). The nitrogen doses also positively affected both number and matter of the tubercles. In the pot system, the highest number (5.44 tubercules/plant) and the maximum matter of tubercules (243.5 g/plant) were obtained, when using the N doses 360 and 332.9 mg dm^{-3}, respectively. Yet in pot, the critical index SPAD found for the fourth leaf was 38.8, as QF being more sensible to the effect of the N dose than the oldest leaf. In the hydroponic system, the productivity values by plant were 14.1 tubercules and 68.4g at the N doses 188.9 and 270 mg L^{-1}, respectively. The SPAD index found for the fourth leaf was 38.4. In both systems, the number and matter of the tubercules by plant were not optimized by the same nitrogen dose.

1 – INTRODUÇÃO GERAL

A batateira (*Solanum tuberosum* L.) é um dos alimentos mais consumidos no mundo. No Brasil, é a hortaliça de maior importância comercial, ocupando área em torno de 141.000 ha, referente à safra do ano de 2006, com produtividade média de 22,16 t/ha (Ministério da Agricultura, 2007). As áreas produtoras estão concentradas nas regiões Sul e Sudeste, sendo os estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul os maiores produtores, com 98% da produção nacional de batata.

A propagação da batateira é feita assexuadamente por "tubérculos-semente" ou "batata-semente". É de fundamental importância que o tubérculo-semente seja de alta qualidade, pois assim garante-se a sanidade inicial da cultura. A batata-semente constitui o componente que mais onera o custo de produção da cultura. Grande parte da batata-semente básica é importada de outros países, principalmente da Holanda. A batata-semente básica que não é importada é produzida via cultura de tecidos que utiliza laboratório especializado e não acessível a todos os bataticultores do país.

Uma alternativa ao método de cultura de tecido é o plantio de brotos destacados de batata-semente básica. Esse procedimento reduz as importações da batata-semente. No Brasil, o uso de brotos na propagação da batateira vem sendo incentivado (Dias, 2002). Na proposição original, esse autor menciona que brotos destacados da batata-semente importada sejam plantados em recipientes contendo substrato em estufa. A proposição de Dias (2002) pode ser expandida para o uso de broto de tubérculo-semente básica plantado em recipiente ou outro sistema hidropônico. Esses sistemas, utilizando-se plântulas ou tubérculos como material de propagação, vêm sendo empregados há alguns anos em diversos países como forma de substituir os métodos convencionais de produção de tubérculos-semente no campo

(Muro *et al*., 1997; Ranalli, 1997; Chang *et al*., 2000a; Chang *et al*., 2000b; Ritter *et al*., 2001; Rolot *et al*., 2002).

A técnica mais usada para a multiplicação da batata-semente é o plantio em vaso contendo substrato com adequadas aeração, infiltração, fertilização, armazenamento de água e isento de patógenos. Recentemente foi proposto o sistema de hidroponia em plataforma de telha de fibrocimento (Medeiros & Cunha, 2003). Tanto em hidroponia em plataforma ou em vaso contendo substrato, é necessário adicionar nutrientes, dentre os quais o nitrogênio.

O nitrogênio influencia tanto o número quanto o peso dos tubérculos por planta (Errebhi *et al*., 1998; Meyer & Marcum, 1998). Quantidade excessiva de nitrogênio pode promover atraso na produção dos tubérculos, prolongamento do ciclo da cultura e redução da produtividade (Teixeira & Pinto, 1991; Gil *et al*., 2002; Busato, 2007; Silva, 2007). O efeito do N também manifesta-se positivamente sobre o tamanho da parte aérea da planta que vai influenciar a quantidade de radiação interceptada e o acúmulo de matéria seca; e negativamente, ao proporcionar acúmulo de matéria seca em outras partes da planta, diferentes do tubérculo (Alonso, 1996).

Estudos visando a recomendação de dose de N para o plantio de batata em campo são abundantes na literatura. Porém, trabalhos visando determinar os efeitos de doses de N em substrato ou em hidroponia para a produção de batata-semente são raros, principalmente utilizando-se broto como material propagativo.

O objetivo geral do presente trabalho foi determinar a dose ótima de nitrogênio para a produção de minitubérculos de batata-semente básica em dois sistemas de produção. Para se atingir o objetivo geral foram executados os experimentos descritos em dois capítulos.

Capítulo 1: Produção de minitubérculos de batata-semente em substrato, e índices de nitrogênio na planta em função de doses nitrogênio. O objetivo deste experimento foi determinar a dose ótima de nitrogênio para a produção de batata-semente em vaso e verificar o efeito da dose de nitrogênio nas características agronômicas da batateira.

Capítulo 2: Produção de minitubérculos de batata-semente em sistema hidropônico em plataformas de telhas de fibrocimento. O objetivo do experimento foi determinar a dose ótima de nitrogênio para produção de batata-semente em hidroponia e verificar o desenvolvimento da planta no sistema.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - A espécie

A batateira (*Solanum tuberosum* L.) pertence à família da Solanaceae, é originária da Cordilheira dos Andes, podendo-se encontrar exemplares silvestres no Peru, Bolívia, Colombia, Equador e Chile. A espécie foi disseminada pela Europa através da Espanha e ocupa o quarto lugar em quantidade de produção mundial de alimentos, sendo superada apenas pelo trigo, arroz e milho (Lopes & Buso, 1999). Poucas são as espécies que vêm desempenhando papel tão importante como fonte de alimento para as populações, em termos de quantidade produzida e consumida. Mais de um milhão de pessoas consomem batata no mundo, e isto se deve, em parte, aos seus altos teores de carboidratos, proteínas, vitaminas e sais minerais (Resende *et al*., 1999).

Botanicamente, a batateira é uma solanácea, cultivada como planta anual, com sistema radicular superficial, com as raízes concentrando-se até 30 cm de profundidade. As folhas da batateira são compostas por três ou mais pares de folíolos laterais, sendo as flores hermafroditas, reunidas em inflorescência no topo da planta. O número de hastes ou caules aéreos pode variar de dois a cinco por planta, dependendo da brotação e da idade fisiológica do tubérculo-semente e das condições climáticas de cultivo. É na parte subterrânea das hastes que se originam os tubérculos que são caules modificados, adaptados para o acúmulo de reservas, principalmente de amido.

2.2 - Produção de batata-semente no Brasil

A batateira é propagada por tubérculos onde estão as gemas que darão origem aos brotos circundados por substâncias de reserva. Alternativamente, a propagação pode ser realizada por broto destacado do tubérculo. Tanto o tubérculo quanto o broto isolado precisam ter alta qualidade fitossanitária. A qualidade da batata-semente é medida pelo índice de degenerescência, que é o grau de perda de capacidade produtiva da semente quando utilizada em gerações sucessivas (Factor, 2007). Segundo Hirano (1987), a degenerescência pode ser fisiológica (afetada pela idade da semente, condições climáticas durante a tuberização e condições de armazenamento) e fitopatológica (afetada pela infecção de vírus, bactérias, fungos e nematóides, durante o ciclo vegetativo e o armazenamento da batata-semente).

A Europa, especificamente a Holanda, é o maior fornecedor de material básico de batata para multiplicação no Brasil. As importações de batata-semente continuam sendo realizadas por vários motivos, dentre eles as relações comerciais, vantagens comparativas e pelas cultivares criadas nesses países que continuam ainda a serem as mais plantadas no Brasil, como 'Ágata', 'Monalisa', 'Atlantic', 'Asterix' entre outras.

O Brasil gasta em torno de US$12 milhões por ano para importar batata-semente que vêm embaladas em caixas com 400 tubérculos, em média. Quase sempre, o material importado está sujeito à variação do preço e pode ser plantado duas vezes para não perder a qualidade (Hayashi, 2004). Uma alternativa é a produção de batata-semente no Brasil. Isto é possível utilizando-se a técnica de produção de minitubérculos em ambiente protegido com a utilização de "mudas" produzidas em laboratório ou de brotos destacados da batata-semente básica importada ou não. A produção de batata-semente é uma fase especializada na cadeia produtiva da cultura. A batata-semente é o insumo que mais onera o custo de produção da cultura, variando de 30 a 40% do custo total (Assis, 1999).

Na cultura da batata, o material propagativo mais utilizado é o tubérculo, além da muda oriunda da cultura de tecido e de minitubérculos. Esses são produzidos no Brasil ou no exterior, de acordo com procedimento, normas e padrões estabelecidos legalmente, sob fiscalização da entidade certificadora, de forma a garantir a identidade genética e a sanidade (IMA, 2003). Também podem ser incluídos como material propagativo a semente botânica, o broto apical da parte

aérea e o broto do tubérculo que seria a gema destacada do tubérculo após a quebra de dormência e posterior crescimento.

No Brasil, as normas para a produção, comercialização e utilização de sementes e mudas de batata (*Solanum tuberosum* L.) estão estabelecidas pela Portaria no 111, de 20/04/2006, publicado no DOU, Seção 1, de 27/04/2006. Essas normas fixam diretrizes básicas a serem obedecidas na produção, comercialização e utilização de sementes e mudas de batata, em todo território nacional, visando à garantia de sua identidade e qualidade. O amparo legal está na Lei nº 10.711, de 05/08/2003, e seu regulamento aprovado pelo Decreto nº 5.153, de 23/07/2004.

Pelas referidas normas há muda, semente, planta 'in vitro', tubérculo, minitubérculo e broto nas seguintes categorias de semente: Genética, Básica, Básica GO, Básica G1, Básica G2, Básica G3, Certificada de primeira geração – C1, Certificada de segunda geração – C2. Quando se tratar de broto, este pertencerá à categoria da semente que o originou. Quando importado, o material será enquadrado na categoria Básica G1, se atender ao padrão da categoria básica, constatado na análise de internacionalização.

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, pela Instrução de Serviço CSM/DFIA/SDA/MAPA Nº 02/05, no processo de certificação, a batata-semente genética é aquela proveniente de material de reprodução sob a responsabilidade e controle direto do seu obtentor e introdutor. A partir da semente genética se têm a semente básica que pode ser multiplicada por até quatro gerações: G0 (muda, planta *in-vitro* e minitubérculo), G1 (primeira colheita em campo), G2 (segunda colheita em campo), G3 (terceira colheita em campo). Em seguida, a batata-semente certificada, que pode ser multiplicada por mais duas gerações, sendo denominada de certificada de primeira geração (quarta colheita em campo) e certificada de segunda geração (quinta colheita em campo).

No Brasil, usualmente, os brotos de batata-semente básica importada são destacados involuntariamente no manuseio e descartados antes do plantio (Dias, 2002). Também, como prática fitotécnica executada antes do plantio, o broto apical é retirado para aumentar a taxa de multiplicação dos tubérculos (Silva *et al*., 2006). A utilização desses brotos pelos produtores, em plantio dentro de telados, possibilita produzir novos tubérculos, e a redução na importação.

Normalmente, a batata-semente básica importada, se diretamente plantada em campo, produz 10 tubérculos. Com o ato de desbrotar o tubérculo-mãe consegue-se

pelo menos, o dobro da taxa de multiplicação. Segundo Souza-Dias (2006), cada batata-semente tem a capacidade de até três rebrotas sucessivas. Cada broto retirado vai se desenvolver e gerar novos tubérculos. Esses brotos podem ser plantados em vasos contendo substrato, canteiros ou bandejas, desde que sejam protegidos e para isso utilizam-se telados anti-afídeos (Silva *et al*., 2006). Utilizando o broto destacado, em substrato acondicionado em sacola de plástico de 1,8 dm^3, Silva *et al*. (2006) observaram que o cultivar Ágata apresentou maior número de minitubérculos que os cultivares Asterix e Monalisa. Quando os autores utilizaram os substratos Plantmax puro e fibra de coco, concluiram que os cultivares Ágata, Asterix e Monalisa foram viáveis para a produção de minitubérculos através de brotos destacados, utilizando sacos plásticos com capacidade de 1,8 L para o plantio.

2.3 – Crescimento e desenvolvimento da batateira

O ciclo da batateira na região Sudeste pode variar de 90 a 110 dias. Alguns autores consideram que o ciclo da batateira pode ser dividido em três ou quatro estádios de desenvolvimento. Filgueira (1999) considera o ciclo da batateira dividido em quatro estádios: a) Estádio I - é o mais curto deles, vai do plantio da batata-semente brotada até a emergência das hastes principais, o que ocorre após uma a duas semanas, dependendo do cultivar; b) Estádio II - é entre a emergência das hastes até o início da tuberização, sendo que ele começa na quarta ou quinta semana após o plantio, conforme a precocidade do cultivar; c) Estádio III - vai do início da tuberização até a planta atingir o desenvolvimento máximo. O pico de vegetação ocorre entre a oitava e a décima semana após o plantio, e este estádio caracteriza-se pelo desenvolvimento vegetativo acelerado, acúmulo de fotoassimilados nos tubérculos, e notável ganho de peso. d) Estádio IV - é o período mais longo, que se estende da fase do pico de vegetação até a senescência da planta adulta, quando ocorre o amarelecimento e a secagem da parte aérea. O amadurecimento inicia-se na décima segunda ou na décima quarta semana após o plantio e termina com a planta seca e os tubérculos maduros. Nesse estádio ocorre o máximo incremento em peso e se consolida a firmeza da película nos tubérculos.

Em Viçosa, Nunes (2004) diferenciou o ciclo da batateira nos estádio de crescimento da seguinte forma: início ao final da emergência ocorre dos 9 aos 15 dias após o plantio (DAP); 90% de emergência ao14 DAP; a emissão de folhas ocorre entre 14 a 89 DAP; formação da haste, dos 14 aos 91 DAP; raiz, dos 14 aos

83 DAP; tuberização, desenvolvimento da planta como um todo, expansão dos tubérculos dos 14 aos 103 DAP.

Em classificação diferente, Souza (2003) considera que o ciclo da batateira pode ser dividido em três etapas: a etapa I vai da emergência ao início da tuberização, e se caracteriza pelo estabelecimento do sistema radicular e aumento da área foliar e fotossíntese. Quanto mais longa for essa fase, maior o ciclo total da cultura e, conseqüentemente, maior rendimento final de tubérculos. A etapa II vai do início da tuberização até o início da senescência e a etapa III que vai do início da senescência até a colheita dos tubérculos.

A matéria seca da planta de batata é distribuída na raiz, tubérculos, caule subterrâneo (estolão) e parte aérea (haste, folha e, às vezes, flor e frutos).

2.4 – Produção de batata-semente em vaso com substrato

Os sistemas de produção de sementes básicas utilizados no Brasil têm reduzida eficiência devido aos baixos índices de multiplicação de tubérculos (Silva *et al*., 2006).

A produção de batata-semente básica em solo apresenta como desvantagem a baixa eficiência produtiva em razão dos baixos índices de multiplicação de tubérculos por planta. No solo, são produzidos em média de 3 a 5 tubérculos por planta, o que contribui para aumentar o custo da semente (Daniels *et al*., 2000). Como alternativa ao método de produção de batata-semente básica no campo, há o método de plantio em vasos contendo substrato, em casa de vegetação.

O plantio em vasos contendo substrato apropriado visando à produção de batata-semente básica tem sido utilizado por permitir melhor aproveitamento dos nutrientes, maior produtividade e melhor qualidade do produto (Grigoriadou & Leventakis, 1999). O substrato, que deve ser acondicionado em recipientes de volume variado, como saco plástico, vaso, bandeja, dentre outros, pode apresentar restrições físicas ou biológicas ao sistema radicular, afetando o crescimento, desenvolvimento e produtividade da planta.

Os substratos são feitos de materiais de elevada retenção de água e com potencial mátrico relativamente baixo, devendo ser de baixo custo e isentos de patógenos (Fernandes *et al*., 2002; Sampaio Júnior, 2005). A maioria dos substratos utilizados tem baixa disponibilidade de nutrientes sendo necessária a adição de fertilizantes para se ter um bom desenvolvimento da planta.

2.5 – Produção de batata-semente em sistema hidropônico

Novos métodos para a produção de sementes básicas, que aumentem a taxa de multiplicação, representam avanço na cadeia produtiva da batata, causando reflexos positivos na produtividade, principalmente nas regiões produtoras. Dentre os métodos recentes, está a hidroponia (Medeiros *et al*., 2002).

Por meio da hidropônia é possível eliminar um dos pontos de maior estrangulamento na produção de batata, que é a baixa taxa de multiplicação de tubérculos. Este sistema reduz a possibilidade de contaminação das plantas por patógenos do solo, e nele há possibilidade de maior controle da nutrição da planta, devido ao uso de solução nutritiva adequada à espécie e, pode-se também, manter o pH adequado para a planta, melhorando assim a absorção dos nutrientes (Medeiros *et al*., 2002). A combinação da hidroponia com técnicas de micropropagação e indexação de plantas teve impactos positivos no aumento da oferta de batata-semente, bem como na melhoria da qualidade da batata-semente básica produzida (Pereira & Daniels, 2003).

Há produtores de batata-semente no Brasil que utilizam canteiros suspensos, construídos no interior da casa de vegetação. Nestes canteiros suspensos o substrato e os tubérculos não entram em contato com o solo evitando-se a contaminação por patógenos do solo.

Os sistemas de cultivo em canteiro suspenso, vaso e hidroponia foram avaliados por Corrêa (2005) em colheita escalonada na produção de sementes-básicas de batata dos cultivares Monalisa e Ágata. O autor constatou que a produção de tubérculos de batata-semente por planta e por m^2, no cultivo em hidroponia, alcançou valores significativamente superiores na comparação com os demais sistemas. Em média, o número de tubérculos por planta no cultivo em hidroponia foi superior em 288%, sendo a produtividade cerca de 3 e 5 vezes maior que nos cultivos em canteiros e em vasos, respectivamente. Na hidroponia foi possível obter cinco colheitas, duas a mais que nos outros sistemas de cultivo. Adicionalmente, a retirada das plantas cultivadas em canteiros ou vasos contendo substrato, para fazer a colheita escalonada dos tubérculos, causou injúrias no sistema radicular e, conseqüente, estresse na planta, diminuindo a produção. Já na hidroponia, a colheita dos tubérculos foi feita sem a retirada das plantas do local, não danificando o sistema radicular.

Trabalhando com um sistema hidropônico do tipo NFT modificado, Rolot *et al*., (2002) listam como vantagens da produção de batata-semente no sistema hidropônico, em relação ao cultivo utilizando substrato, a economia de 60% do material originário da cultura de tecido, sensível aumento no número de tubérculos por unidade de área, obtenção de minitubérculos de excelente qualidade sanitária e obtenção de quantidade satisfatória de minitubérculos de diâmetro padronizado. Nesse trabalho, os autores descreveram um sistema hidropônico para a produção de minitubérculos de batata que combina a técnica do NFT para a distribuição da solução nutritiva e o uso de areia em recipiente 'containers' como zona de tuberização, e concluíram que minitubérculos de batata-semente podem ser produzidos neste sistema e que esta técnica aumenta o número de minitubérculos por área quando comparado aos métodos tradicionais de produção em solo.

Dois sistemas que utilizam a técnica de hidroponia NFT são descritos por Medeiros *et al*. (2002) para a produção de batata-semente, na região Sul do Brasil. Um é chamado de telha de fibrocimento e outro o denominado de calha articulada. O de telha de fibrocimento consiste numa plataforma de telhas de cimento amianto, com canais de 0,06 m de altura e espaçados de 0,18 m, recobertos por um filme de polietileno, e apoiados sobre estrutura de madeira, a qual confere ao sistema uma declividade de 4%. Os canais da telha são preenchidos com brita de tamanho médio, utilizada como meio físico para sustentação das plantas. Sobre a brita é colocado outro filme de polietileno dupla face, com o objetivo de evitar a penetração de luz no sistema radicular das plantas, o que prejudicaria a tuberização. A solução nutritiva, neste tipo de sistema é drenada e volta a circular no sistema a intervalos de 15 minutos. Nesse sistema, a colheita é efetuada por ocasião do final do ciclo da cultura. Por essa razão, os tubérculos formados apresentaram grande variabilidade de tamanho e peso, podendo atingir valores superiores a 250 g ou mesmo serem descartados pelo tamanho excessivamente reduzido. Os autores recomendam a redução do espaçamento na fileira para a produção de minitubérculos pequenos. Andriolo (2006) propõe um sistema de telha de fibrocimento com subirrigação.

Muitos cultivos hidropônicos não obtêm sucesso devido, principalmente, a falta de conhecimento dos aspectos nutricionais da planta. Esses sistemas requerem formulação e manejo adequado da solução nutritiva além do conhecimento da estrutura básica que o compõe (Faquin *et al*., 1996; Furlani *et al*., 1999; Martinez & Silva Filho, 2006).

2.6 – Nitrogênio

Qualquer que seja o sistema utilizado na produção de sementes básicas de batata, quase sempre, é necessária a adição de N. O nitrogênio é importante para otimização da produção e qualidade dos tubérculos de batata (Wu *et al*., 2007). As principais formas de suplementação de nitrogênio às plantas são nitrato (NO^-_3) e amônio (NH_4^+).

Na fase inicial do enchimento dos tubérculos, a batateira requer grande quantidade de N. Aproximadamente, 58% do N total acumulado pela parte aérea foram absorvidos no início do enchimento dos tubérculos e 71% na metade deste estádio (Westermann & Kleinkopf, 1985). A aplicação de N influencia várias características da batata, como rendimento, gravidade específica, coloração e composição química dos tubérculos (Maier *et al*., 1994). A fertilização com N aumenta a produção de tubérculos (Meyer & Marcum, 1998; Bélanger *et a*l., 2000; Gil *et al*., 2002).

Dose reduzida de N pode resultar em baixa produtividade e tubérculos pequenos, devido à reduzida área foliar (Alva *et al*., 2002; Lawlor, 2002). O nitrogênio em dose excessiva pode atrasar a tuberização, e isto ocorre provavelmente devido a redução da translocação do carbono da folha, aumentando o fluxo de carbono para outras folhas em vez de se direcionar para os tubérculos (Beukema & Zaag, 1990; Cogo *et al.*, 2006). Na fase de tuberização, a adição de nitrogênio em excesso, provoca o cessamento da tuberização e quando o N é removido há a formação de tubérculos secundários no mesmo estolão de onde se formou o primeiro tubérculo, promovendo desta maneira o crescimento secundário (Cogo *et al*., 2006). O nitrogênio concentra-se em órgãos com elevada atividade metabólica e exerce papel importante na formação e crescimento de tubérculos em plantas de batata (Krauss, 1985).

Em campo, o manejo da adubação nitrogenada, embora pouco praticado, pode ser feito por meio do monitoramento e diagnóstico do estado nutricional da planta. Esse procedimento envolve a análise dos teores de nitrogênio na massa da matéria seca com posterior interpretação dos resultados (Coltman, 1988).

O estado nutricional nitrogenado da planta pode ser monitorado por métodos diretos e indiretos (Fontes, 2001). Dentre esses, citam-se a análise do teor de N na massa da matéria seca das folhas, teor de NO_3^- na seiva do pecíolo e teor de clorofila na folha (Guimarães, 1998).

A análise do teor de N na matéria seca apresenta como desvantagens o tempo que se demora em saber a resposta da análise por ser um trabalho dispendioso; as despesas derivadas de coleta, e processamento e análises das amostras e por consistir num método destrutivo do material vegetal (Guimarães *et al.*, 1999; Argenta *et al.*, 2001).

Às vezes, o resultado da análise foliar somente pode ser utilizado na próxima safra da cultura. Com isso, a utilização de testes rápidos em campo para a avaliação do estado nutricional da batateira é uma alternativa.

Uma forma de determinar de forma rápida e direta a concentração de nitrogênio é por meio da cor verde da folha, representada pelo teor de clorofila, que é possível de ser medida por medidor portátil, que proporciona leitura instantânea, de maneira não destrutiva de folhas, surgindo como alternativa de indicação do nível de N na planta (Guimarães *et al.*, 1999; Argenta *et al.*, 2001). Várias pesquisas têm demonstrado que o conteúdo de clorofila medido com clorofilômetro correlaciona-se com a concentração de nitrogênio na planta e também com o rendimento de diversas espécies (Guimarães *et al.*, 1999; Schröder *et al.*, 2000; Azia & Stewart, 2001; Sexton & Carrol, 2002; Araújo, 2004), inclusive para a batata (Vos & Bom, 1993; Minotti *et al.*, 1994; Rodrigues *et al.*, 2000; Gil *et al.*, 2002; Rodrigues, 2004), podendo ser usado como ferramenta auxiliar indireta para caracterizar a necessidade de adubação nitrogenada no campo.

O medidor de clorofila mais utilizado é o SPAD-502, que é portátil, podendo ser utilizado no campo. Esse equipamento permite avaliação indireta e de forma não destrutiva da folha, medindo o teor de clorofila de forma rápida e com baixo custo. A leitura é o resultado da transmitância de luz através da folha (Godoy *et al.*, 2003). Muitos autores obtiveram correlação positiva entre a intensidade do verde com os teores de clorofila e destes com as concentrações de nitrogênio na planta podendo, assim, considerar a leitura feita pelo SPAD como um índice para avaliar o estado de nitrogênio na planta (Sainz Rozas & Echeverría, 1998; Ronchi et al., 2001; Gil et al., 2002). Os valores de níveis críticos com o medidor portátil SPAD-502 são variáveis, precisando ser ajustados para cada situação como deficiência de nutrientes e condições ambientais, variedade e estágio de crescimento da cultura (Hoel, 2003; Spaner *et al.*, 2005).

Vale ressaltar que vários fatores podem afetar o valor de SPAD entre os quais posição de leitura na folha (Arregui et al., 2000), genótipo, estádio de crescimento da

planta, idade da folha, temperaturas extremas, luminosidade no momento da leitura, época do ano entre outros fatores (Fontes & Araújo, 2007).

Trabalhando com produção de batata-semente em ambiente protegido, em vaso, Sampaio Júnior (2005) encontrou que os índices SPAD e o teor de $N\text{-}NO_3^-$ na quarta folha, aumentaram de forma linear com o incremento da dose de N medido aos 79 dias após o plantio, e o teor de $N\text{-}NO_3^-$ nesta época foi de 1,36 dag kg^{-1}, associado com a máxima produção de minitubérculos. A produção máxima de minitubérculos foi 177,97 g $vaso^{-1}$ quando se utilizou-se a dose de 176,50 mg kg^{-1} de N.

O manejo adequado de N na produção de batata-semente permitirá diminuir o custo da semente, que é o insumo mais caro na cadeia produtiva da batata.

2.7 – Dose de N em hidroponia

Dose elevada de N retarda a diferenciação e o crescimento inicial dos tubérculos e estimula o desenvolvimento da parte aérea em detrimento dos tubérculos (Beukema & Zaag, 1990). Medeiros & Cunha (2003), em sistema hidropônico de calha articulada, avaliando as doses de 120, 148, 172 e 198 mg L^{-1} de N, verificaram que a melhor dose foi 120 mg L^{-1} ou 172 mg L^{-1}, plântulas *in vitro* e minitubérculos respectivamente. Neste trabalho, os autores constataram que a dose mais elevada propiciou número de tubérculo por planta inferior às demais doses de nitrogênio. Entretanto, em cultivo hidropônico, há variações climáticas entre localidades que modificam o crescimento, desenvolvimento e partição de assimilados na batateira, além da possibilidade de ocorrer interação genótipo e ambiente que podem modificar a resposta da batata à doses de nitrogênio. Isso precisa ser avaliado.

CAPÍTULO 1

Produção de minitubérculos de batata-semente em substrato e índices de nitrogênio na planta em função de doses de nitrogênio

1 – INTRODUÇÃO

Grande parte da batata-semente básica (BSB) utilizada no Brasil é importada de outros países, principalmente da Holanda. A parte que não é importada é produzida via cultura de tecidos que utiliza laboratório especializado e pouco acessível a todos os produtores de batata-semente do país.

Uma alternativa ao método de cultura de tecido é o plantio de brotos destacados de BSB. Esse procedimento ajuda a reduzir a importação. No Brasil, o uso de brotos na propagação da batateira vem sendo incentivado (Dias, 2002). Na proposição original, esse autor menciona que brotos destacados da batata-semente importada sejam plantados em recipientes, contendo substratos, em estufa.

Na produção de BSB, um dos componentes mais importante é o número de tubérculos por planta pois os mesmos, quase sempre, são vendidos por unidade. Segundo Silva *et al*. (2006), a produção individual da planta é um dado que deve ser avaliado sempre correlacionando o número de plantas com o número de tubérculos, para produção de sementes. É importante também que o tubérculo-semente tenha

massa de matéria fresca mínima para formar um estande de plantio uniforme quando plantado no campo.

O cultivo de BSB em substrato vem sendo difundido entre os produtores (Lommen, 1999; Grigoridou & Leventakis, 1999) por permitir melhor aproveitamento dos nutrientes e melhor qualidade do produto. A produção de semente básica de batata em substrato envolve o uso de diferentes materiais de propagação, dentre eles o broto. O plantio de broto em substrato, em casa de vegetação, é uma forma prática e de baixo custo. Cada broto origina minitubérculos que podem ser plantados diretamente no campo (Dias & Costa, 1998).

Alguns autores verificaram que o nitrogênio influencia tanto o número quanto o peso dos tubérculos por planta (Errebhi *et al*., 1998; Meyer & Marcum, 1998). A quantidade excessiva de nitrogênio pode promover atraso na produção dos tubérculos, no prolongamento do ciclo da cultura e redução da produtividade (Oparka *et al*., 1987; Teixeira & Pinto, 1991; Gil *et al*., 2002; Busato, 2007; Silva, 2007). O efeito do N também manifesta-se positivamente sobre o tamanho da parte aérea da planta que vai influenciar a quantidade de radiação interceptada e o acúmulo de matéria seca; e negativamente, ao proporcionar acúmulo de matéria seca em outras partes da planta, diferentes do tubérculo (Alonso, 1996). O crescimento e o desenvolvimento de hastes, folhas e área foliar vão condicionar a produção de tubérculos (Oliveira, 2000).

Assim, importância deve ser atribuída a utilização de critérios ou índices de N para monitorar o estado de nitrogênio da planta e manejar adequadamente o programa de fertilização desta cultura. Para esse monitoramento é comum a utilização da análise química da massa da matéria seca de folhas quanto aos teores de nitrogênio orgânico e de nitrato. Tais procedimentos são caros, demorados e realizados por pessoas qualificadas, entretanto, podem ser substituídos por testes rápidos (Fontes, 2001).

Os índices de N na planta são testes rápidos, feitos em campo, que permitem o sensoriamento do estado nutricional em tempo real (Fontes, 2001), podendo tornar-se uma alternativa viável para o sistema de produção de batata-semente em vaso contendo substrato. Dentre os testes rápidos, o mais comum é o índice SPAD, medido com o clorofilômetro portátil. Também existe a hipótese que características agronômicas ou fisiológicos da planta possam ser usadas como índice de N na planta (Fontes, 2001).

Várias pesquisas têm demonstrado que o conteúdo de clorofila medido com clorofilômetro portátil correlaciona-se com a concentração de nitrogênio na planta e também com o rendimento de diversas culturas (Guimarães *et al*., 1999; Schoröder *et al.*, 2000; Azia & Stewart, 2001; Sexton & Carrol, 2002; Araújo, 2004) e na batata (Gil, 2001; Gianguito *et al*., 2003; Sampaio Júnior, 2005 e Busato, 2007).

Apesar de existirem trabalhos que procuram estabelecer índices para avaliar o estado nutricional da batata em condições de campo (Gil *et al*., 2002 e Busato, 2007), são raros os trabalhos que procuram determinar o valor crítico destes índices no sistema de produção de BSB oriunda de broto e produzida em substrato.

O objetivo deste trabalho foi determinar a dose ótima de nitrogênio para a produção de batata-semente em vaso e verificar o efeito da dose de nitrogênio nas características agronômicas da batateira.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Localização da área experimental

O experimento foi realizado na casa de vegetação, do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa.

2.2 – Material de propagação

O material de propagação utilizado foi broto do cultivar Asterix, com 0,5 cm de comprimento, em média, destacado de tubérculo-semente. Após destacado, o broto foi imerso por 2 minutos em solução de hipoclorito de sódio a 2%, posteriormente, lavado com água corrente por três vezes e seco em papel toalha, seguindo o método descrita por Bryan *et al*. (1981).

2.3 – Tratamentos, instalação e condução do experimento

Os tratamentos foram constituídos pelas doses de N adicionadas ao substrato (0, 45, 90, 180 e 360 mg dm^{-3}), sendo 10% de cada dose aplicada em pré-plantio e o restante via água de irrigação, diariamente, por 30 dias. A fonte de nitrogênio utilizada foi nitrato de amônio. Os tratamentos foram arranjados no delineamento experimental de blocos aos acaso, com seis repetições. Cada parcela experimental foi constituída de dois vasos.

O plantio do broto ocorreu em 07/05/2008, em vaso contendo 3 dm^3 de substrato comercial (Plantmax®). O substrato foi adubado em pré-plantio com 3.400

mg dm^{-3} de superfosfato simples e 3.600 mg dm^{-3} de sulfato de magnésio. Em cada vaso foi plantado um broto.

A aplicação de N, K, B, Fe, Zn, Cu, Mn e Mo iniciou-se aos 20 dias após o plantio (DAP) dos brotos, e foi feita via água de irrigação, diariamente, por 30 dias, manualmente utilizando-se becker com 200 mL da solução, finalizando aos 50 DAP. Quando o substrato superficial estava seco ao tato, foi feita a irrigação. Durante o ciclo, foram aplicados: 1.320 mg dm^{-3} de cloreto de potássio; 2,5 mg dm^{-3} de ácido bórico; 2,5 mg dm^{-3} de sulfato ferroso; 2,5 mg dm^{-3} de sulfato de zinco; 2,5 mg dm^{-3} de sulfato de cobre; 2,5 mg dm^{-3} de sulfato manganoso e 0,25 mg dm^{-3} de molibdato de amônio.

2.4 – Avaliações

2.4.1 – Determinações na quarta folha a partir do ápice (QF) e na folha velha (FV) e caracterização do crescimento da planta ao longo do ciclo

Foram realizadas avaliações não destrutivas (índice SPAD, comprimento, largura e número de folíolos) na quarta folha a partir do ápice (QF) e na folha mais velha (FV), além da caracterização do crescimento da planta (altura e número de folhas), a cada 7 dias até a senescência. As avaliações foram realizadas aos 26, 33, 40, 47, 54, 68, 75, 82 e 89 dias após o plantio (DAP).

a) Índice SPAD

O índice SPAD foi determinado com medidor portátil de clorofila SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development-502). Essa medição ocorreu pela manhã, entre 8:00 e 11:00 horas, no folíolo terminal da quarta folha expandida (à partir do ápice da planta) e no folíolo terminal da folha mais velha (primeira à partir da base da planta).

b) Comprimento, largura e número de folíolos

Foram medidos o comprimento e a largura da QF e da FV, utilizando-se uma régua milimetrada, e contando-se o número de folíolos em ambas as folhas.

c) Altura e número de folhas da planta

Determinou-se a altura da planta (região compreendida entre o colo e o meristema apical da haste principal) com auxílio de uma régua milimetrada e foi realizada a contagem do número de folhas da planta.

2.4.2 – Determinações aos 60 dias após o plantio (DAP)

Dez dias após o final da aplicação de N (60 DAP), uma planta de cada parcela foi colhida. Imediatamente após a colheita foram destacadas a QF e FV, que foram individualizadas em sacos plásticos. Em seguida essas, e as demais partes da planta, foram levadas para o laboratório onde foram realizadas as seguintes determinações:

a) Índice SPAD na QF e FV

O índice SPAD foi determinado antes da colheita da planta, e o processo ocorreu da mesma forma que o descrito anteriormente.

b) Área foliar, comprimento, largura, número de folíolos, massa da matéria fresca e seca da QF e FV

A área foliar da QF e FV foi medida com o integrador de área foliar LI-COR 3100. O comprimento, a largura e o número de folíolos foram avaliados de acordo com o descrito anteriormente.

Para determinar a massa de matéria fresca e seca, a QF e a FV foram pesadas (matéria fresca), acondicionadas em sacos de papel e posteriormente secas em estufa de circulação forçada de ar a 70° C até massa constante, quando foi determinada a massa da matéria seca.

c) Teor e conteúdo de nitrogênio na QF e FV

A matéria seca da QF e FV foi moída em moinho tipo Wiley, equipado com peneira de 20 mesh, para a determinação do teor de N_{org}, após digestão sulfúrica, utilizando o reagente de Nessler (Jackson, 1958). Em outra subamostra, o $N\text{-}NO_3^-$ foi

extraído com água destilada em banho-maria, a 45° C por 60 minutos, determinando-se a sua concentração por colorimetria, em espectrofotômetro a 410 nm (Cataldo *et al*., 1975).

O conteúdo de $N\text{-}NO_3^-$e N_{org} na matéria foi obtido pela multiplicação do teor de $N\text{-}NO_3^-$ e Norg, expresso em dag g^{-1}pela massa da matéria seca da QF e FV, expressa em g.

Não foi determinado o teor de $N\text{-}NO_3^-$ na FV, pois não havia material suficiente para fazer a análise.

d) Na planta: área foliar da planta, altura, número de folhas e tubérculos, e massa de matérias frescas e secas de folhas, haste, raízes e tubérculos

As plantas foram divididas em folhas, hastes, raízes e tubérculos. A área foliar da planta foi medida utilizando o aparelho LI-COR 3100. A altura da planta e número de folhas foi determinado de modo semelhante ao descrito anteriormente.

Amostras de folhas e hastes foram pesadas (massa de matéria fresca) e posteriormente, foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação de ar a 70° C até atingirem massa constante, quando foi determinada a massa de matéria seca.

As raízes foram lavadas para retirado do substrato e tirou-se o excesso de água com papel toalha e em seguida foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação de ar a 70° C até atingirem massa constante, quando foi determinada a massa de matéria seca.

Os tubérculos colhidos foram avaliados quanto ao número, peso (massa de matéria fresca) e classificados conforme a portaria número 567, que dispõe de normas, padrões e procedimentos para a certificação de material propagativo de batata em Minas Gerais (IMA, 2003). Também avaliou-se a massa de matéria seca dos tubérculos. Para essa avaliação os tubérculos foram levados para o laboratório, picados em pedaços pequenos, e colocados em placas de Petri e deixados na bancada para uma secagem parcial. Posteriormente, as amostras foram colocadas em estufas de circulação forçada de ar, a 70° C até a massa constante, quando foi determinada a massa de matéria seca.

O número de tubérculos foi expresso considerando a quantidade produzida por planta (ud/planta).

e) Teor e conteúdo de nitrato e nitrogênio orgânico em órgão da planta

O teor e conteúdo de nitrogênio orgânico e nitrato na massa da matéria seca de folhas, hastes, tubérculos e raízes foram determinados de forma semelhante ao descrito anteriormente.

2.4.3 – Avaliações na colheita

Aos 89 dias após o plantio, o segundo vaso foi colhida. Imediatamente foram determinados:

a) Número de tubérculos, massa de matéria fresca e seca de tubérculos, folhas, raízes e hastes

Essas características foram avaliadas como descrito anteriormente.

b) Teor e conteúdo de nitrato e nitrogênio orgânico em folhas, raízes, hastes e tubérculos

Os teores e conteúdos de nitrato e nitrogênio orgânico em folhas, raízes, hastes e tubérculos foram avaliados como o descrito anteriormente.

2.5 – Análise estatística

Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão. Os modelos de regressão foram escolhidos baseados no significado biológico, na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste "t", adotando-se o nível de significância de até 10% de probabilidade, e no coeficiente de determinação (R^2 = SQRegressão/SQTratamento). Utilizou-se o programa estatístico SAS (Statistical Analysis Software System – Versão 9.0, SAS Institute 2004, Cary, NC) para fazer as análises.

2.6 – Estabelecimento do valor crítico de cada variável ou critério de avaliação do estado de nitrogênio

O valor do nível crítico ou valor ótimo da variável foi calculado a partir da equação ajustada para a relação entre dose de N e massa fresca de tubérculos seguindo-se metodologia descrita em Fontes (2001). O valor da dose de N que proporcionou a máxima massa fresca de tubérculos é substituído na equação ajustada entre doses de N e valor de cada variável. No caso presente foi usado o valor de 332,9 mg dm^{-3} de N.

3 – RESULTADOS

3.1 Avaliações na quarta folha e folha velha ao longo do ciclo

a) Índice SPAD

Houve efeito das doses de nitrogênio (N) sobre o índice SPAD no folíolo terminal da quarta folha expandida (SQF) aos 47, 54, 68, 75 e 89 dias após o plantio (DAP). Os modelos que representam a relação de N com SQF estão na Tabela 1. O comportamento do índice SPAD no folíolo terminal da quarta folha aos 54 está representado na Figura 1. O mesmo comportamento foi observado para 68, 75 e 89 DAP.

Houve efeito das doses de N sobre o índice SPAD no folíolo terminal da folha mais velha (SFV) aos 47, 54, 68 e 75 DAP. Os modelos que representam a relação de N com SFV estão na Tabela 2. O comportamento do índice SPAD no folíolo terminal da folha velha aos 54 DAP está representado na Figura 1. A mesma tendência ocorreu aos 68 e 75 DAP.

Os valores críticos estimados dos índices SPAD na SQF e SFV calculado com 332,9 mg dm^{-3} de N está na Tabela 3.

Tabela 1 – Equações ajustadas para o índice SPAD (S) medido na quarta folha da batateira aos 26 (SQF26), 33 (SQF33), 40 (SQF40), 47 (SQF47), 54 (SQF54), 68 (SQF68), 75 (SQF75), 82 (SQF82) e 89 dias após o plantio (SQF89), em função das doses de nitrogênio (N), e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	R^2/r^2
SQF26	$\hat{Y} = 34,4$	---
SQF33	$\hat{Y} = 35,0$	---
SQF40	$\hat{Y} = 35,4$	---
SQF47	$\hat{Y} = 30,1318 + 0,05988705^{**}N - 0,00009963^{**}N^2$	0,95
SQF54	$\hat{Y} = 28,3825 + 0,02072222^{**}N$	0,85
SQF68	$\hat{Y} = 20,7975 + 0,03838889^{**}N$	0,92
SQF75	$\hat{Y} = 13,5233 + 0,05281^{**}N$	0,95
SQF82	$\hat{Y} = 18,2$	---
SQF89	$\hat{Y} = 4,3829 + 0,042398148^{**}N$	0,74

** e * - significativos a 1% de probabilidade pelo teste “t”, respectivamente.

Tabela 2 - Equações ajustadas para o índice SPAD (S) medido na folha velha da batateira aos 26 (SFV26), 33 (SFV33), 40 (SFV40), 47 (SFV47), 54 (SFV54), 68 (SFV68), 75 (SFV75), 82 (SFV82) e 89 dias após o plantio (SFV89), em função das doses de nitrogênio (N), e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	R^2/r^2
SFV26	$\hat{Y} = 28,1$	---
SFV33	$\hat{Y} = 39,3$	---
SFV40	$\hat{Y} = 38,5$	---
SFV47	$\hat{Y} = 34,4121 + 0,04800524^{**}N - 0,00008703^{*}N^2$	0,80
SFV54	$\hat{Y} = 30,4517 + 0,02077778^{**}N$	0,69
SFV68	$\hat{Y} = 16,0208 + 0,04416667^{**}N$	0,84
SFV75	$\hat{Y} = 11,0688 + 0,04119444^{**}N$	0,83
SFV82	$\hat{Y} = 8,4$	---
SFV89	$\hat{Y} = 5,0$	---

** e * - significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste “t”, respectivamente.

Tabela 3 – Valor crítico estimado para o índice SPAD medido na quarta folha (QF) e folha velha (FV) da batateira aos 26, 33, 40, 47, 54, 68, 75, 82 e 89 dias após o plantio.

DAP	Quarta folha (SQF)	Folha velha (SFV)
26	34,4	28,1
33	35,0	39,3
40	35,4	38,5
47	46,9	47,2
54	35,3	37,4
68	33,6	30,7
75	31,1	24,8
82	18,2	8,4
89	18,5	5,0

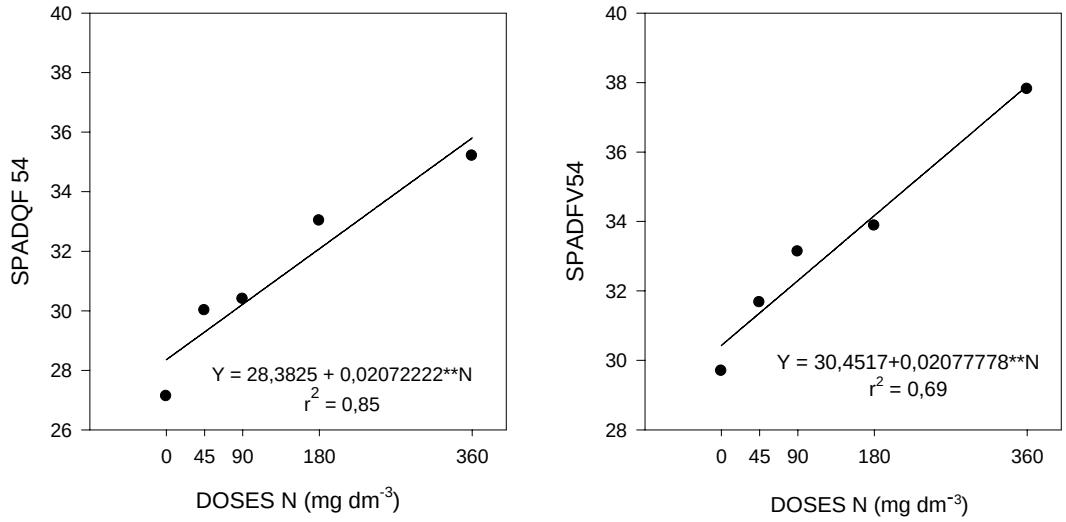

Figura 1 – Índice SPAD da quarta folha (SPADQF) e folha velha (SPADFV), aos 54 DAP, em função da dose de N.

b) Comprimento, largura e número de folíolos ao longo do ciclo

Quanto ao comprimento da quarta folha (CQF), houve efeito da dose de nitrogênio (N) apenas aos 75 dias após o plantio (DAP), que foi representado pela relação $\hat{Y} = 14{,}064 + 0{,}0850235^{**}N - 0{,}0001823^{**}N^2$, $R^2 = 0{,}78$, sendo Y (CQF) expresso em cm.

Sobre o comprimento da folha velha (CFV), houve efeito da dose de N apenas aos 82 DAP, representado pela relação $\hat{Y} = 9{,}080 + 0{,}089010^{**}N - 0{,}000232^{**}N^2$, $R^2 = 0{,}73$, sendo Y (CFV) expresso em cm.

Sobre a largura da quarta folha (LQF), houve efeito das doses de N aos 47 e 68 DAP. Os modelos que representam a relação de N com LQF estão na Tabela 4.

Sobre a largura da folha velha (LFV), houve efeito das doses de N somente aos 82 DAP, representado pela relação $\hat{Y} = 3{,}931 + 0{,}067055^{**}N - 0{,}000180^{**}N^2$, $R^2 = 0{,}71$, sendo Y (LFV) expresso em cm.

Houve efeito das doses de nitrogênio sobre o número de folíolos da quarta folha (NFQF) aos 68 e 75 DAP. Os modelos que representam a relação de N com NFQF estão na Tabela 5.

Não houve efeito das doses de nitrogênio sobre o número de folíolos na folha velha, em nenhuma época de amostragem.

Os valores críticos estimados de CQF, LQF e NFQF calculado com 332,9 mg dm^{-3} de N estão na Tabela 6 e os correspondentes valores na FV estão na Tabela 7.

Tabela 4 – Equações ajustadas para a largura (L) medido na quarta folha da batateira aos 26 (LQF26), 33 (LQF33), 40 (LQF40), 47 (LQF47), 54 (LQF54), 68 (LQF68), 75 (LQF75), 82 (LQF82) e 89 dias após o plantio (LQF89), em função das doses de nitrogênio (N), e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	R^2
LQF26 (cm)	$\hat{Y} = 3,4$	---
LQF33 (cm)	$\hat{Y} = 7,0$	---
LQF40 (cm)	$\hat{Y} = 9,4$	---
LQF47 (cm)	$\hat{Y} = 8,929 + 0,030532028^{**}N - 0,000064608^{*}N^2$	0,61
LQF54 (cm)	$\hat{Y} = 11,4$	---
LQF68 (cm)	$\hat{Y} = 9,8577 + 0,036812058^{**}N - 0,000081549^{**}N^2$	0,64
LQF75 (cm)	$\hat{Y} = 11,8$	---
LQF82 (cm)	$\hat{Y} = 12,1$	---
LQF89 (cm)	$\hat{Y} = 8,1$	---

** e * - significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste "t", respectivamente.

Tabela 5 – Equações ajustadas para o número de folíolos (NF) da quarta folha da batateira aos 26 (NFQF26), 33 (NFQF33), 40 (NFQF40), 47 (NFQF47), 54 (NFQF54), 68 (NFQF68), 75 (NFQF75), 82 (NFQF82) e 89 dias após o plantio (NFQF89), em função das doses de nitrogênio (N), e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	R^2
NFQF26	$\hat{Y} = 2,0$	---
NFQF33	$\hat{Y} = 6,0$	---
NFQF40	$\hat{Y} = 7,0$	---
NFQF47	$\hat{Y} = 8,0$	---
NFQF54	$\hat{Y} = 8,0$	---
NFQF68	$\hat{Y} = 6,3359 + 0,021181877^{*}N - 0,000038599^{***}N^2$	0,60
NFQF75	$\hat{Y} = 5,3872 + 0,026253102^{**}N - 0,000051262^{*}N^2$	0,60
NFQF82	$\hat{Y} = 7,0$	---
NFQF89	$\hat{Y} = 5,0$	---

, * e * - significativos a 1, 5 e 10% de probabilidade pelo teste "t", respectivamente.

Tabela 6 – Valores críticos estimados para o comprimento, largura e número de folíolos da quarta folha da batateira aos 26, 33, 40, 47, 54, 68, 75, 82 e 89 dias após o plantio (DAP).

DAP	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Número de Folíolos
26	6,9	3,4	2,0
33	12,4	7,0	6,0
40	15,1	9,4	7,0
47	17,7	11,9	8,0
54	18,1	11,4	8,0
68	19,8	13,1	9,1
75	22,2	11,8	8,4
82	18,1	12,1	7,0
89	12,2	8,1	5,0

Tabela 7 – Valores críticos estimados para o comprimento e largura da folha velha (FV) da batateira aos 26, 33, 40, 47, 54, 68, 75, 82 e 89 dias após o plantio (DAP).

DAP	Comprimento (cm)	Largura (cm)
26	4,2	2,1
33	7,1	3,3
40	9,1	3,9
47	10,2	4,0
54	9,6	4,1
68	9,6	4,3
75	11,6	5,5
82	13,0	6,3
89	11,0	6,4

c) Altura da planta e número de folhas ao longo do ciclo

Só não houve efeito das doses de nitrogênio sobre a altura (AP) da batateira aos 26, 33 e 40 dias após o plantio (DAP). Os modelos que representam a relação de N com AP estão na Tabela 8.

Houve efeito das doses de nitrogênio sobre o número de folhas (NF) da batateira aos 47, 54, 68, 75, 82 e 89 (DAP). Os modelos que representam a relação de N com NF estão na Tabela 9.

O valor crítico estimado do AP e NF calculado com a dose 332,9 mg dm^{-3} de N estão na Tabela 10.

Tabela 8 – Equações ajustadas para altura (AP) da batateira aos 26 (AP26), 33 (AP33), 40 (AP40), 47 (AP47), 54 (AP54), 68 (AP68), 75 (AP75), 82 (AP82) e 89 dias após o plantio (AP89), em função das doses de nitrogênio (N), e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	R^2
AP26 (cm	$\hat{Y} = 6,3$	---
AP33 (cm)	$\hat{Y} = 11,3$	---
AP40 (cm)	$\hat{Y} = 19,1$	---
AP47 (cm)	$\hat{Y} = 15,4844 + 0,13973082^{**}N - 0,00024337^{**}N^2$	0,87
AP54 (cm)	$\hat{Y} = 15,6169 + 0,16921138^{**}N - 0,00027055^{**}N^2$	0,94
AP68 (cm)	$\hat{Y} = 16,9318 + 0,17078908^{**}N - 0,00025907^{**}N^2$	0,95
AP75 (cm)	$\hat{Y} = 17,0813 + 0,17200551^{**}N - 0,00025666^{**}N^2$	0,95
AP82 (cm)	$\hat{Y} = 17,1123 + 0,17814254^{**}N - 0,00027117^{**}N^2$	0,95
AP89 (cm)	$\hat{Y} = 17,3790 + 0,18122259^{**}N - 0,00027966^{**}N^2$	0,95

** - significativos a 1% de probabilidade pelo teste “t”, respectivamente.

Tabela 9 – Equações ajustadas para o número de folhas (NF) da batateira aos 26 (NF26), 33 (NF33), 40 (NF40), 47 (NF47), 54 (NF54), 68 (NF68), 75 (NF75), 82 (NF82) e 89 dias após o plantio (NF89), em função das doses de nitrogênio (N), e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	r^2
NF26	$\hat{Y} = 5,8$	---
NF33	$\hat{Y} = 8,4$	---
NF40	$\hat{Y} = 11,2$	---
NF47	$\hat{Y} = 10,8000 + 0,01703704^{**}N$	0,61
NF54	$\hat{Y} = 10,7292 + 0,02916667^{**}N$	0,85
NF68	$\hat{Y} = 10,7500 + 0,03222222^{**}N$	0,90
NF75	$\hat{Y} = 9,8583 + 0,034629630^{**}N$	0,89
NF82	$\hat{Y} = 8,7000 + 0,036296296^{**}N$	0,89
NF89	$\hat{Y} = 6,9500 + 0,032222222^{**}N$	0,80

** e *** - significativos a 1% de probabilidade pelo teste “t”, respectivamente.

Tabela 10 – Valor crítico estimado para altura (AP) e número de folhas (NF) da batateira aos 26, 33, 40, 47, 54, 68, 75, 82 e 89 dias após o plantio (DAP).

DAP	AP (cm)	NF
26	6,3	5,8
33	11,3	8,4
40	19,1	11,2
47	35,0	16,5
54	42,0	20,4
68	45,1	21,5
75	45,9	21,4
82	46,4	20,8
89	46,7	17,7

3.2 – Determinações aos 60 DAP

a) Índice SPAD – 60 DAP

Houve efeito de dose de N sobre as leituras do índice SPAD no folíolo terminal da quarta folha expandida a partir do ápice (Figura 2), porém não houve efeito das doses sobre o índice do folíolo terminal da folha mais velha. O valor crítico estimado do índice SPAD calculado com a dose 332,9 mg dm^{-3} de N na quarta folha e folha velha foi 37,3 e 25,70, respectivamente.

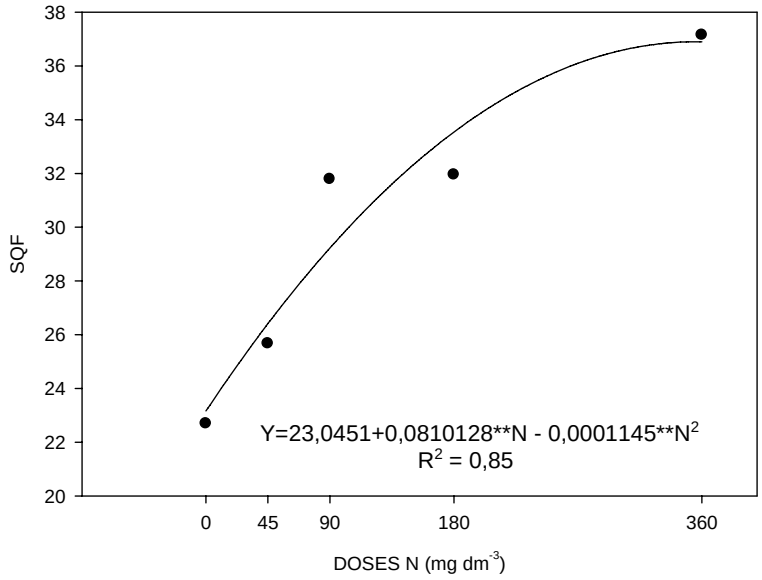

Figura 2 – Índice SAPD na quarta folha (SQF) aos 60 DAP em função de N.

b) Área, comprimento, largura, número de folíolos, massas da matéria fresca e seca da QF e FV – 60 DAP

Houve efeito de dose de nitrogênio sobre a área foliar (AF), comprimento (C), largura (L), número de folíolos (NF), massa da matéria fresca (MF) e seca (MS) na quarta folha, porém não houve efeito de dose nitrogênio em nenhuma dessas características avaliadas na folha velha.

Os modelos para a relação entre a dose de N e AF, C, L, NF, MF e MS estão na Tabela 11 e os seus respectivos valores críticos calculado com a dose 332,9 mg dm^{-3} de N estão na Tabela 12.

Tabela 11 – Equações ajustada para área (AF), comprimento (C), largura (L), número de folíolos (NF), massa da matéria fresca (MF) e seca (MS) da quarta folha e folha velha aos 60 DAP, em função da dose de nitrogênio, e os respectivos coeficientes de determinação.

Característica	Equações ajustadas	R^2
----------Quarta Folha----------		
AF (cm^2)	$\hat{Y} = 60,3164 + 0,77728404^{**}N - 0,00189585^{*}N^2$	0,86
C (cm)	$\hat{Y} = 14,9650 + 0,06477967^{**}N - 0,00015627^{**}N^2$	0,91
L (cm)	$\hat{Y} = 9,3635 + 0,051988075^{**}N - 0,000159099^{**}N^2$	0,88
NF	$\hat{Y} = 6,0078 + 0,025116481^{**}N - 0,000065545^{*}N^2$	0,64
MF (g)	$\hat{Y} = 2,8978 + 0,030868852^{**}N - 0,000095979^{**}N^2$	0,85
MS (g)	$\hat{Y} = 0,1730 + 0,0026092316^{**}N - 0,000007059^{**}N^2$	0,87
----------Folha Velha----------		
AF (cm^2)	$\hat{Y} = 9,1$	---
C (cm)	$\hat{Y} = 8,7$	---
L (cm)	$\hat{Y} = 3,8$	---
NF	$\hat{Y} = 2,0$	---
MF (g)	$\hat{Y} = 0,6$	---
MS (g)	$\hat{Y} = 0,04$	---

** e * - significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste "t", respectivamente.

Tabela 12 – Valor crítico estimado para área (AF), comprimento (C), largura (L), número de folíolos (NF), massa da matéria fresca (MF) e seca (MS) da quarta folha (QF) e folha velha (FV) aos 60 DAP.

Característica	Quarta Folha	Folha Velha
AF (cm^2)	108,97	9,1
C (cm)	19,2	8,7
L (cm)	9,0	3,8
NF	7,1	2,0
MF (g)	2,5	0,6
MS (g)	0,26	0,04

c) Teor e conteúdo de nitrogênio na matéria seca da QF e FV – 60 DAP

Houve efeito de dose de N sobre o teor de nitrato ($N\text{-}NO_3^-QF$) na quarta folha. O $N\text{-}NO_3^-$aumentou com o incremento na dose de N.

Não foi determinado o teor e o conteúdo de nitrato na folha velha, pois não havia material suficiente para se fazer a análise.

Houve efeito de dose de N sobre o conteúdo de nitrato ($_CN\text{-}NO_3^-QF$) na quarta folha.

Não houve efeito de dose de N sobre o teor de nitrogênio orgânico (N_{org}) na quarta folha e folha velha.

Houve efeito de dose de N sobre o conteúdo de N_{org} na quarta folha. Porém não houve efeito de dose de N sobre o $_CN_{org}$ na folha velha.

Os modelos para a relação de N sobre o teor e conteúdo de $N\text{-}NO_3^-$e N_{org} na quarta folha e folha velha estão na Tabela 13, e os seus respectivos valores críticos estimados calculados com a dose 332,9 mg dm^{-3} de N estão na Tabela 14.

Tabela 13 - Equações ajustada para o teor[a] de nitrato ($N\text{-}NO_3^-$) e conteúdo[b] de nitrato ($cN\text{-}NO_3^-$) na matéria seca da quarta folha, teor de nitrogênio orgânico (N_{org}) e conteúdo de nitrogênio orgânico (cN_{org}) na matéria seca da quarta folha (QF) e da folha velha (FV), aos 60 DAP, em função da dose de nitrogênio, e os respectivos coeficientes de determinação

Característica	Equações ajustadas	R^2/r^2
$N\text{-}NO_3^-QF$	$\hat{Y} = - 0,0053 + 0,0005181513^{**}N$	0,76
$_CN\text{-}NO_3^-QF$	$\hat{Y} = -0,0016 + 0,00015525^{**}N$	0,90
$N_{org}QF$	$\hat{Y} = 3,84$	---
$N_{org}FV$	$\hat{Y} = 1,73$	---
$_CN_{org}QF$	$\hat{Y} = 0,3740 + 0,0133329418^{**}N – 0,0000278598^{**}N^2$	0,64
$_CN_{org}FV$	$\hat{Y} = 0,06$	---

** - significativo a 1% de probabilidade pelo teste "t".

[a/] dag g^{-1}, [b/] g/ planta

Tabela 14 - Valor crítico estimado para o teor[a] de nitrato ($N\text{-}NO_3^-$) e conteúdo[b] de nitrato ($cN\text{-}NO_3^-$) na matéria seca da quarta folha, teor de nitrogênio orgânico (N_{org}) e conteúdo de nitrogênio orgânico (cN_{org}) na quarta folha (QF) e folha velha (FV) aos 60 DAP, em função da dose de nitrogênio.

Característica	Valor Crítico
$N\text{-}NO_3^-QF$	0,17
$cN\text{-}NO_3^-QF$	0,05
$N_{org}QF$	3,84
$N_{org}FV$	1,73
$_CN_{org}QF$	1,73
$_CN_{org}FV$	0,06

[a/]dag g^{-1}, [b/] g/ planta

d) Planta: área foliar, altura da planta (AP), número de folhas (NF), número de tubérculos (NT) e massa das matérias frescas (MF) e secas (MS) de haste (H), folhas (F) e tubérculos (T) e massa da matéria seca da raiz (R) aos 60 DAP

Todas as variáveis acima listadas foram influenciadas por doses de N.

Os modelos para a relação entre a dose de N e as características agronômicas da planta avaliadas estão na Tabela 15. E os seus respectivos valores críticos estimados calculado com a dose 332,9 mg dm^{-3} de N estão na Tabela 16.

Tabela 15 – Equações ajustadas para área foliar (AF), altura da planta (AP), número de folhas (NF), número de tubérculos (NT), massa da matéria fresca (MFH) e matéria seca (MSH) da haste, massa da matéria fresca (MFF) e matéria seca (MSF) das folhas, massa da matéria fresca (MFT) e matéria seca do tubérculo (MST) e massa da matéria seca da raiz (R), aos 60 DAP, em função de doses de nitrogênio (N), e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	R^2/r^2
AF (cm^2)	$\hat{Y} = 322,5537 + 6,775538^{**}N$	0,96
AP (cm)	$\hat{Y} = 15,9438 + 0,10654853^{**}N$	0,91
NF (ud/pl)	$\hat{Y} = 9,5790 + 0,035791826^{**}N$	0,87
NT (ud/pl)	$\hat{Y} = 2,5613 + 0,032247493^{**}N - 0,000080901^{**}N^2$	0,76
MFH (g)	$\hat{Y} = 3,0718 + 0,061494253^{**}N$	0,94
MSH (g)	$\hat{Y} = 0,1479 + 0,0037375479^{**}N$	0,96
MFF (g)	$\hat{Y} = 11,2995 + 0,42832774^{**}N - 0,00062132^{***}N^2$	0,93
MSF (g)	$\hat{Y} = 1,0654 + 0,021866635^{**}N$	0,98
MFT (g)	$\hat{Y} =25,5679 + 0,72756851^{**}N - 0,00139023^{*}N^2$	0,87
MST (g)	$\hat{Y} = 4,0776 + 0,115885126^{**}N - 0,000267349^{*}N^2$	0,81
MSR (g)	$\hat{Y} = 0,2392 + 0,001740000^{**}N$	0,92

, * e * - significativos a 1, 5 e 10% de probabilidade pelo teste "t", respectivamente.

Tabela 16 – Valor crítico estimado para área foliar (AF), altura da planta (AP), número de folhas (NF), número de tubérculos (NT), massa da matéria fresca (MFH) e matéria seca (MSH) da haste, massa da matéria fresca (MFF) e matéria seca (MSF) das folhas e massa da matéria fresca (MFT) e matéria seca do tubérculo (MST), aos 60 DAP.

Características	Valor Crítico	Características	Valor Crítico
AF (cm^2)	2578,1	MFF (g)	85,0
AP (cm)	51,4	MSF (g)	8,3
NF (ud/pl)	21,5	MFT (g)	113,7
NT (ud/pl)	4,3	MST (g)	13,0
MFH (g)	23,5	MSR (g)	0,8
MSH (g)	1,4		

e) Teor e conteúdo de nitrogênio orgânico e de nitrato na matéria seca das folhas, hastes, raízes e tubérculos, aos 60 DAP

A significância dos efeitos das doses de N sobre as características listadas acima estão na Tabela 17 e as relações entre doses de nitrogênio e essas características estão na Tabela 18. Os valores críticos calculado com a dose 332,9 mg dm^{-3} de N das mesmas estão na Tabela 19.

Tabela 17 – Significância do efeito de dose de nitrogênio sobre o teor e conteúdo de N_{org} e $N\text{-}NO_3^-$ em órgão da batateira aos 60 dias após o plantio.

Órgão	N-org		$N\text{-}NO_3^-$	
	Teor	Conteúdo	Teor	Conteúdo
Folha	S	S	S	S
Haste	NS	NS	S	S
Raiz	NS	S	NS	S
Tubérculos	NS	S	ND	ND

S = significativo; NS = não significativo; ND = não determinado.

Tabela 18 - Equações ajustada para o teor[a] de nitrogênio orgânico (N_{org}) e conteúdo[b] de nitrogênio orgânico (cN_{org}) na folha (F), haste (H), raiz (R) e tubérculos(T), teor de nitrato ($N\text{-}NO_3^-$) e conteúdo de nitrato ($cN\text{-}NO_3^-$) na haste, folha e raiz aos 60 DAP, em função da dose de nitrogênio, e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	R^2/r^2
$N_{org}F$	$\hat{Y} = 2,7636 + 0,004747893^{**}N$	0,82
$N_{org}H$	$\hat{Y} = 1,41$	---
$N_{org}R$	$\hat{Y} = 1,14$	---
$N_{org}T$	$\hat{Y} = 0,62$	---
$cN_{org}F$	$\hat{Y} = 3,5602 + 0,069364259^{**}N$	0,95
$cN_{org}H$	$\hat{Y} = 0,66$	---
$cN_{org}R$	$\hat{Y} = 0,2473 + 0,002352963^{**}N$	0,74
$cN_{org}T$	$\hat{Y} = 1,5964 + 0,086064599^{**}N - 0,000163878^{*}N^2$	0,71
$N\text{-}NO_3^-F$	$\hat{Y} = 0,0431 - 0,001285299^{*}N + 0,0000081212^{**}N^2$	0,87
$N\text{-}NO_3^-H$	$\hat{Y} = 0,1288 - 0,007089884^{**}N + 0,0000437307^{**}N^2$	0,91
$N\text{-}NO_3^-R$	$\hat{Y} = 0,02$	---
$cN\text{-}NO_3^-F$	$\hat{Y} = - 0,2898 + 0,0055935463^{**}N$	0,77
$cN\text{-}NO_3^-H$	$\hat{Y} = - 0,2759 + 0,0044888889^{**}N$	0,78
$cN\text{-}NO_3^-R$	$\hat{Y} = - 0,0123 + 0,0002177778^{**}N$	0,71

** e * - significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste "t", respectivamente.

[a/] dag g^{-1}, [b/] g/planta

Tabela 19 - Valor crítico estimado para o teor[a] de nitrogênio orgânico (N_{org}) e conteúdo[b] de nitrogênio orgânico (cN_{org}) na folha (F), haste (H), raízes (R) e tubérculo(T), teor de nitrato ($N\text{-}NO^-_3$) e conteúdo de nitrato ($cN\text{-}NO^-_3$) na haste, folha e raiz aos 60 DAP.

Características	Valor crítico	Características	Valor crítico
$N_{org}F$	4,34	$cN_{org}T$	12,1
$N_{org}H$	1,41	$N\text{-}NO_3^-F$	0,52
$N_{org}R$	1,14	$N\text{-}NO_3^-H$	2,61
$N_{org}T$	0,62	$N\text{-}NO_3^-R$	0,02
$cN_{org}F$	26,65	$cN\text{-}NO_3^-F$	1,57
$cN_{org}H$	0,66	$cN\text{-}NO_3^-H$	1,22
$cN_{org}R$	1,03	$cN\text{-}NO_3^-R$	0,06

a/ dag g^{-1}, b/ g/planta

3.3 – Avaliações na colheita, final do ciclo

a) Número de tubérculos, massas das matérias fresca de tubérculos e seca de folhas, hastes, raízes e tubérculos

Na colheita final, houve efeito de dose de N sobre o número de tubérculos (NT), massa da matéria fresca de tubérculos (MFT), massa da matéria seca de folhas (MSF), massa da matéria seca de haste (MSH), massa da matéria seca de raízes (MSR) e massa da matéria seca de tubérculos (MST). Os modelos para a relação entre a dose de N e essas características estão representados na Tabela 20.

As características NT, MSF, MSH, MSR e MST apresentaram relação linear positiva com dose de N e MFT apresentou relação quadrática (Figura 3).

Tabela 20 – Equações ajustadas para o número de tubérculos (NT), massa de matéria fresca de tubérculos (MFT), massa de matéria seca de folhas (MSF), matéria seca de haste (MSH), matéria seca de raízes (MSR) e matéria seca de tubérculos (MST), e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	R^2/r^2
NT (ud/pl)	$\hat{Y} = 3,775 + 0,00462963^{**}N$	0,83
MFT (g)	$\hat{Y} = 52,0385 + 1,15004595^{**}N - 0,00172727^{**}N^2$	0,94
MSF (g)	$\hat{Y} = 1,2995 + 0,00962^{**}N$	0,88
MSH (g)	$\hat{Y} = 0,1671 + 0,00186648^{**}N$	0,86
MSR (g)	$\hat{Y} = 0,1611 + 0,00082574^{**}N$	0,86
MST (g)	$\hat{Y} = 16,6278 + 0,5087963^{**}N$	0,86

** - significativo a 1% de probabilidade pelo teste "t".

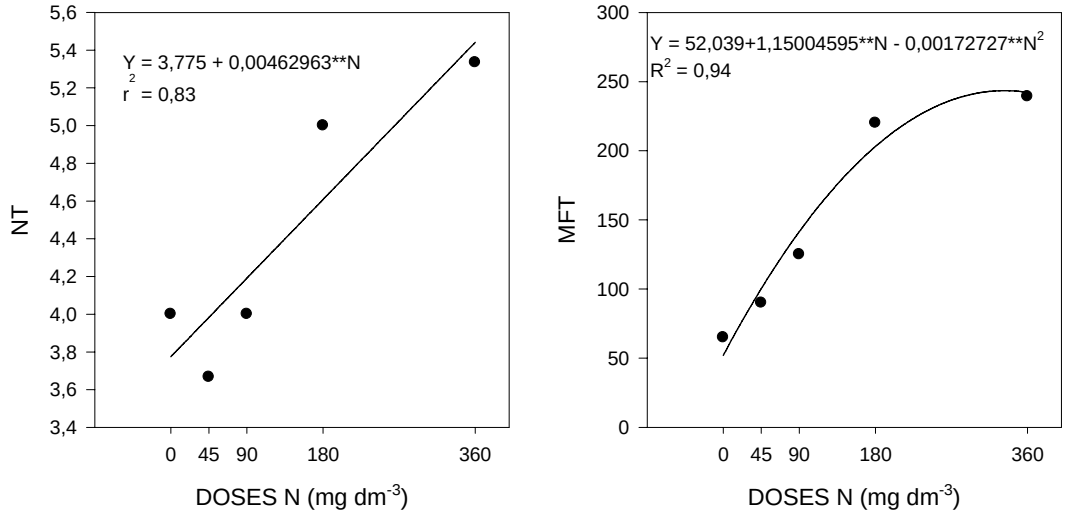

Figura 3 – Número (NT) e massa de matéria fresca de tubérculos (MFT) na colheita final (89DAP), em função de dose de N

b) Teor e conteúdo de nitrogênio orgânico e nitrato na matéria seca das folhas, hastes, raízes e tubérculos na colheita final

Os efeitos das doses de N sobre as características acima estão listados na Tabela 21.

As relações entre as doses de nitrogênio e aquelas características estão na Tabela 22 e os valores críticos calculado com a dose 332,9 mg dm^{-3} de N das mesmas estão na Tabela 23.

Tabela 21 – Significância do efeito de dose de nitrogênio sobre o teor e conteúdo de N_{org} e $N\text{-}NO_3^-$ em órgão da batateira na colheita final.

Órgão	N-org		$N\text{-}NO_3^-$	
	Teor	Conteúdo	Teor	Conteúdo
Folha	S	S	NS	NS
Haste	NS	NS	NS	NS
Raiz	NS	S	NS	S
Tubérculos	S	S	ND	ND

S = significativo; NS = não significativo; ND = não determinado.

Tabela 22 - Equação ajustada para o teor[a] de nitrogênio orgânico (N_{org}) e conteúdo[b] de nitrogênio orgânico (cN_{org}) nas folhas (F), hastes (H), raízes (R) e tubérculos (T), teor de nitrato ($N\text{-}NO_3^-$) e conteúdo de nitrato ($cN\text{-}NO_3^-$) nas folha, hastes e raízes na colheita final em função da dose de nitrogênio, e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	R^2/r^2
$N_{org}F$	$\hat{Y} = 1{,}5266 - 0{,}004381428^{**}N + 0{,}000013449^{*}N^2$	0,73
$N_{org}H$	$\hat{Y} = 0{,}976$	---
$N_{org}R$	$\hat{Y} = 0{,}816$	---
$N_{org}T$	$\hat{Y} = 0{,}4244 + 0{,}001267465^{**}N$	0,65
$cN_{org}F$	$\hat{Y} = 1{,}7091 + 0{,}012042435^{**}N$	0,90
$cN_{org}H$	$\hat{Y} = 0{,}328$	---
$cN_{org}R$	$\hat{Y} = 0{,}1635 + 0{,}000895931^{**}N$	0,73
$cN_{org}T$	$\hat{Y} = 5{,}4813 + 0{,}110551343^{**}N$	0,94
$N\text{-}NO_3^-F$	$\hat{Y} = 0{,}040$	---
$N\text{-}NO_3^-H$	$\hat{Y} = 0{,}005$	---
$N\text{-}NO_3^-R$	$\hat{Y} = 0{,}002$	---
$cN\text{-}NO_3^-F$	$\hat{Y} = 0{,}101$	---
$cN\text{-}NO_3^-H$	$\hat{Y} = 0{,}001$	---
$cN\text{-}NO_3^-R$	$\hat{Y} = -0{,}0002 + 0{,}000005694^{**}N$	0,84

** e * - significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste "t", respectivamente.

[a/] dag g^{-1}, [b/] g/planta

Tabela 23 - Valor crítico estimado para o teor[a] de nitrogênio orgânico (N_{org}) e conteúdo[b] de nitrogênio orgânico (cN_{org}) nas folhas (F), hastes (H), raízes (R) e tubérculos (T), teor de nitrato ($N\text{-}NO_3^-$) e conteúdo de nitrato ($cN\text{-}NO_3^-$) na haste, folha e raiz na colheita final, em função da dose de nitrogênio.

Características	Valor crítico	Características	Valor crítico
$N_{org}F$	1,558	$cN_{org}T$	42,283
$N_{org}H$	0,976	$N\text{-}NO_3^-H$	0,005
$N_{org}R$	0,816	$N\text{-}NO_3^-F$	0,040
$N_{org}T$	0,846	$N\text{-}NO_3^-R$	0,002
$cN_{org}F$	5,718	$cN\text{-}NO_3^-H$	0,001
$cN_{org}H$	0,328	$cN\text{-}NO_3^-F$	0,101
$cN_{org}R$	0,462	$cN\text{-}NO_3^-R$	0,002

[a/] dag g^{-1}, [b/] g/planta

4 – DISCUSSÃO

Ao longo do ciclo, durante nove semanas, foram determinados os índices não destrutivos SPAD, comprimento e largura da quarta folha (QF) e folha velha (FV), altura da planta e número de folhas. Destes, o único que não foi influenciado em nenhum momento por dose de nitrogênio foi o número de folíolos na folha velha, pois permaneceu o mesmo para todos os tratamentos. Devido a isso, este índice não é apropriado para avaliar a variabilidade da oferta de N às plantas. Os índices mais precocemente (47 DAP) influenciados por dose de N foram largura e leitura SPAD da QF, altura de planta e número de folhas. O índice SPAD foi consistentemente influenciado por doses de N em pelo menos cinco datas de amostragens.

Após o término da aplicação do nitrogênio, que ocorreu aos 50 DAP, observa-se que diminuiu a coloração do verde da folha e isso pode ter ocorrido em virtude do começo da senescência ou até mesmo da falta de nitrogênio para estimular o desenvolvimento. Uma prova de que isso pode ter ocorrido é o fato de após 47 DAP haver declinado índice SPAD tanto da QF e FV. Outros índices como comprimento e largura da QF e FV, altura da planta e número de folhas sofreram efeito das doses de N mais tardiamente. Isso pode ser evidenciado mais claramente por meio do número de folhas, em que o aparecimento de novas folhas na planta cessa aos 68 DAP, coincidindo com a maior largura e maior número de folíolos da quarta folha.

Entre 47 e 75 dias após plantio (DAP), à medida que se aumentou a dose de N aumentou-se linearmente o índice SPAD da quarta folha (QF). O mesmo ocorreu com o índice SPAD na folha mais velha (FV). Com a dose de N que proporcionou o maio ganho de massa de tubérculos (332,9 mg dm^{-3}), os valores do índice SPAD na

QF e FV cresceram até aos 47 DAP, atingindo os valores de 46,9 e 47,2, respectivamente, a partir desta data os valores deste índice começou a diminuir, chegando a 18,5 5,0 para QF e FV no fim do ciclo quando as plantas estavam senescentes. Antes e depois desta data de amostragem os valores de SPAD decresceram. Rodrigues *et al*. (2000), em casa de vegetação, encontraram valores de 39,6 para o índice SPAD para QF. Também, em casa de vegetação, Moreira (2008) trabalhando com brotos do cultivar Ágata encontrou valores críticos de SPAD na quarta folha e folha velha de 43,8 e 43,3 respectivamente, esses índices SPAD foram encontrados aos 20 DAP logo depois que o autor começou aplicar o nitrogênio nas plantas. Malavolta *et al*. (1997), Gil (2001) e Sampaio Júnior *et al*. (2008) verificaram valores maiores do índice SPAD variando de 45,3 a 56 unidades, utilizando o cultivar Monalisa.

A partir de 47 DAP quando ocorreu o valor máximo para o índice SPAD, este índice começou a declinar, tanto na quarta folha como na folha mais velha. Esse declínio ocorre devido a planta chegar ao seu ponto máximo de acúmulo do nutriente. Vários autores comprovaram o declínio do SPAD após atingido um ponto de máximo (Minotti *et al*., 1994; Rodrigues, 2004; Sampaio Júnior, 2005 e Moreira, 2008).

O aumento do índice SPAD está relacionado com o aumento na intensidade da cor verde da planta e, mede de forma indireta o teor de clorofila na planta, e desta forma indica o estado nutricional nitrogenado em determinada fase do ciclo da planta Fontes (2001).

A altura da planta aumentou ao longo do ciclo e atingiu 46,7 cm com a dose de 332,9 mg dm^{-3} de N. Moreira (2008) verificou que a altura da planta também teve uma resposta linear à aplicação de doses crescentes de N ao longo do ciclo da cultura, porém em seu experimento, as plantas ficaram com tamanho menor. Tal diferença deve-se ao fato desse autor ter trabalhado em outras condições com o cultivar Ágata enquanto neste trabalho o cultivar utilizado foi a Asterix.

O número de folhas foi menor (21,5) do que encontrado por Sampaio Júnior *et al*. (2008) utilizando o cultivar Monalisa. Estes autores encontraram 25,8 folhas por planta de batata, porém trabalharam com outro cultivar que e cada cultivar apresenta formato de folha e distância entre folhas um pouco diferente. Biemond & Vos (1992) e Vos & Putten (1998) relataram que o número de folhas é influenciado pela disponibilidade de nitrogênio para a planta, ou seja, dentro de certo limite

quanto mais quantidade de nitrogênio fornecido à planta maior será o estimulo para a produção de folhas.

Aos 60 DAP foi colhida uma parcela do experimento para verificar o efeito das doses de N estudadas sobre o crescimento e desenvolvimento da planta. Nessa ocasião todo o nitrogênio já havia sido aplicado, e os índices na QF (SPAD, área foliar, comprimento, largura, número de folíolos, matéria fresca e seca, teor e conteúdo de nitrato e conteúdo de nitrogênio orgânico) foram significativamente influenciados por dose de N. O inverso aconteceu com esses índices na FV, esses índices não responderam o aumento das doses de N aplicadas.

A utilização destes índices e o teor de N_{org} na FV aos 60 DAP não refletem, portanto o efeito positivo de doses de N verificados sobre a produção de tubérculos na colheita final. Busato (2007) e Moreira (2008) verificaram valores do índice SPAD aos 60 DAP superiores ao encontrado neste trabalho. Os índices SPAD encontrados por esses autores foram de 43,02 e 38,2 respectivamente, sendo que no trabalho de Busato (2007) este valor foi obtido com 168,2 kg ha^{-1} para produção de batata em campo.

Não teve significância o teor de nitrogênio orgânico nem na QF e nem na FV, porém o conteúdo do nitrogênio na QF respondeu positivamente às doses de N estudadas. Isso pode ser explicado, pelo menos em parte, pela resposta às doses de N da produção de matéria seca de folhas.

Os resultados encontrados para o teor e conteúdo de $N\text{-}NO_3^-$ e conteúdo de N_{org} na quarta folha aos 60 DAP estão de acordo com o encontrado por Moreira (2008) que verificou que os teores de Norg e $N\text{-}NO_3^-$ na QF e FV variaram de acordo com o incremento da dose de N. Resultados semelhantes foram encontrado por Porte & Sissan (1991 e 1993) e Gil (2001).

Devido à mobilidade do N no floema, quando a concentração de nitrogênio na folha velha se apresenta igual ou maior que da quarta folha acredita-se que há suficiência de N no meio. Quando ocorre o inverso, como acontecido neste experimento, provável que tenha ocorrido mobilização do N.

Com esses resultados pode-se dizer que aos 60 DAP as doses de N utilizadas foram suficiente para o desenvolvimento da planta como um todo e que esta época pode ser utilizada para se fazer a análise nutricional para estimar a produção futura de tubérculos.

Como ocorreu na QF, área foliar; altura da planta; número de folhas; número de tubérculos; massa fresca e seca das folhas, hastes e tubérculos; teor de nitrogênio orgânico na folha; conteúdo de nitrogênio orgânico na folha, raiz e tubérculos; teor e conteúdo de nitrato na folha e haste; e conteúdo de nitrato na planta, aos 60 DAP, foram influenciados por dose de N. Por outro lado, os teores de nitrogênio orgânico em haste, raiz e tubérculos não foram influenciados por doses de N, tal qual o teor de nitrato na raiz.

Podem ser adotadas como padrões de crescimento ótimo as seguintes características da quarta folha da planta aos 60 DAP: 108,97 cm^2 de área ; 19,2 cm de comprimento; 9,0 cm de largura; 7,1 folíolos; 2,50 g de massa fresca; 0,26 g de massa seca; 0,17 dag g^{-1} de $N\text{-}NO_3^-$ na matéria seca; 3,84 dag g^{-1} de N_{org} na matéria seca; 37,3 de índice SPAD. Nesta mesma ocasião, a planta deve ter as seguintes características: 2578,1 cm^2 de área foliar; 51,4 cm de altura; 21,5 folhas; 4,3 tubérculos/planta; 85,0 g de massa fresca da folha; 23,5 g massa fresca de haste; 113,70 g de massa fresca de tubérculos; 0,52 dag g^{-1} de nitrato na matéria seca da folha; 2,61 dag g^{-1} de nitrato na matéria seca da haste; 0,02 dag g^{-1} nitrato na matéria seca da raiz; 4,34 dag g^{-1} de nitrogênio orgânico na matéria seca da folha; 1,41 dag g^{-1} de nitrogênio orgânico na matéria seca da haste; 1,14 dag g^{-1} de nitrogênio orgânico na matéria seca da raiz e 0,62 dag g^{-1} de nitrogênio orgânico na matéria seca do tubérculo.

Na colheita final, número de tubérculos e as massas das matérias secas da folha, haste e tubérculos alcançaram os maiores valores com a dose 360 mg dm^{-3}. Os resultados encontrados para número de tubérculos e massa seca de tubérculos estão de acordo com os verificados por Gil (2001) e Moreira (2008), os quais observaram que na medida em que se aumenta a dose de N aumenta-se o número de tubérculos. Também, no campo, a fertilização com nitrogênio aumenta a produtividade de tubérculos, como observado por Bélanger *et al*. (2000); Rodrigues *et al*. (2004).

Normalmente, a dose ótima de N é estabelecida em função da produção de massa da matéria fresca de tubérculos. Neste caso, a dose ótima de N ou dose para a produção máxima seria 332,9 mg dm^{-3}. A batata-semente básica (BSB) originária de broto poderá ser G0, G1, G2 e G3, dependendo do grau de sanidade. A BSB G0 é vendida por unidade e não por peso. No presente experimento, a dose de N para a obtenção do número máximo tubérculos não foi atingida, pois o modelo linear foi o ajustado. A maior dose de N (360,0 mg dm^{-3}) foi considerada como a ótima.

5 – CONCLUSÕES

• O N influencia positivamente número e massa de tubérculos produzidos e também os índices fisiológicos tanto da quarta folha quanto da folha velha.

• O maior número de tubérculos por planta (5,44 tub/pl) é obtido com 360 mg dm^{-3} de nitrogênio e a máxima massa de matéria fresca de tubérculos por planta (243,5 g/planta) é obtida com 332,9 mg dm^{-3} de N.

• A intensidade do verde (determinada pelo índice SPAD); e os índices fisiológicos para avaliação do estado de nitrogênio da planta (área foliar, comprimento, largura, número de folíolos, massa da matéria fresca e seca e teor de nitrogênio na matéria seca), determinados na quarta folha e na folha mais velha são positivamente influenciados por doses de nitrogênio, sendo a quarta folha mais sensível ao efeito de dose de N do que a folha velha.

• O índice crítico SPAD na quarta folha é variável com a idade da planta sendo 38,8 o maior valor atingido aos 47 DAP.

• O número e a massa de tubérculos por planta não são otimizados pela mesma dose de N.

CAPÍTULO 2

Produção de minitubérculos de batata-semente em sistema hidropônico em plataformas de telhas de fibrocimento

1 – INTRODUÇÃO

O Brasil importa em torno de 4.000 toneladas por ano de batata-semente de vários países como Holanda, Canadá, Argentina e Alemanha (Mallmann, 2007). Uma forma de diminuir a importação é a utilização de brotos destacados de batata semente. Esta técnica é considerada como multiplicação rápida, sendo simples e de baixo custo, podendo ser utilizada nas diversas áreas produtoras de batata-semente (Dias & Costa, 1998).

Desde 1980, Souza Dias & Costa (1985) têm registrado o aproveitamento do broto destacado de batata-semente importada. O uso dos brotos como material de propagação vêm ganhando destaque nos últimos 10 anos, pois nota-se conscientização dos produtores e comportamento inédito do bataticultor brasileiro em não descartar os brotos e sim aproveitá-los como material de propagação (Souza Dias, 2006).

A utilização dos brotos não precisa de mão-de-obra especializada como outras formas de propagação, que precisam de laboratórios (cultura *in vitro*), ambiente e procedimento de aclimatização de plântulas ou muda em telados e de repicagens constantes (Giusto, 2006)

O mundo hoje vem buscando tecnologias para maximizar a produtividade e garantir a sanidade e qualidade dos minitubérculos com o objetivo de oferecer ao mercado sementes com garantia de safras. Nesse contexto, tanto o broto quanto a hidroponia são técnicas que podem se agregar aumentando a produtividade de batata-semente básica, reduzindo o custo de produção e também preservando o meio ambiente, visto que, no sistema hidropônico, devido a baixa incidência de doenças e pragas, são usados menos produtos fitossanitários. Com isso, há menor contaminação por resíduos químicos e menor contaminação ambiental (Morais *et al*., 2008).

A hidroponia é um método em que se cultiva sem a presença de solo. Com essa técnica pode-se fazer colheita única ou escalonada dos tubérculos além de possibilitar a redução da contaminação da semente por patógenos de solo já que não têm o contato com solo. Também, com a hidroponia, é possível maior controle da aplicação de nutrientes.

Recentemente foi proposto o sistema hidropônico em plataforma de telhas de fibrocimento (Medeiros *et al*., 2003). Como é uma técnica nova para a batata há poucos estudos relacionados com a cultura. Porém há na literatura estudos mostrando o uso do sistema hidropônico NFT (Nutrient Film Technique) para produção de tubérculos de batata (Wheeler *et al*., 1990; Wan *et al*., 1994).

No Brasil, resultados encontrados até o momento com o sistema hidropônico revelam importantes avanços no processo produtivo de batata-semente no que diz respeito à taxa de multiplicação (Medeiros *et al*., 2001a, 2001b; Pereira *et al*., 2001).

Embora a construção de um sistema hidropônico tenha custo inicial elevado, este custo pode ser diluído ao longo dos ciclos de produção.

São raros os estudos relacionando hidroponia, nitrogênio e batata. Por outro lado o nitrogênio interfere de maneira direta na produção de tubérculos de batata. Doses excessivas de nitrogênio podem retardar a tuberização e também diminuir a produção de batata em detrimento do maior crescimento vegetativo (Beukema & Zaag, 1990).

Qualquer que seja o sistema utilizado na produção de sementes básicas de batata, quase sempre, é necessária a adição de N. O nitrogênio é importante para otimização da produção e qualidade dos tubérculos de batata (Wu et al., 2007).

Dose mais elevada de nitrogênio pode propiciar menor número de tubérculo por planta (Medeiros & Cunha, 2003). Entretanto, há variações climáticas entre localidades modificam o crescimento, desenvolvimento e partição de assimilados na

batateira além da possibilidade de ocorrer interação genótipo e ambiente que podem modificar a resposta da batata à doses de nitrogênio. Avaliar o efeito de N em hidroponia torna-se uma necessidade.

O objetivo do presente trabalho foi determinar a dose ótima de nitrogênio para produção de batata-semente em hidroponia e verificar o desenvolvimento da planta no sistema hidropônico em plataforma de telha amianto.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Localização da área experimental

O experimento foi realizado na casa de vegetação, do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em sistema hidropônico denominado de telha de fibrocimento.

2.2 – Material de propagação

O material de propagação utilizado foi broto do cultivar Asterix, com 0,5 cm de comprimento, em média, destacado de tubérculo semente. Após destacado, o broto foi imerso por 2 minutos em solução de hipoclorito de sódio a 2%; posteriormente foi lavado com água corrente por três vezes e seco em papel toalha, seguindo a método descrito por Bryan *et al*. (1981).

2.3 – Tratamentos, instalação e condução do experimento

Os tratamentos foram constituídos pelas doses de N (45, 90, 180 e 270 mg L^{-1}), sendo que 10% de cada dose de N foi fornecida na forma de nitrato de amônio ($N\text{-}NH_4^+$) e o restante de N foi fornecido na forma de nitrato de cálcio e nitrato de potássio. Os tratamentos foram aplicados no mesmo dia do transplantio das mudas. Os tratamentos foram arranjados no delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis repetições. A parcela experimental foi composta de 4 plantas úteis, ladeadas por plantas bordaduras.

O sistema hidropônico em telha de fibrocimento, em casa de vegetação, foi originalmente descrito por Medeiros (2000). Basicamente, os elementos constituintes do sistema são: telha de cimento amianto (3,00 m x 1,10 m), com canais de 6 cm de altura e espaçados de 18 cm, recobertos por filme de polietileno negro, que constitui-se plataforma do sistema. Nos canais da telha foi colocada brita, de tamanho médio, que é o meio físico de sustentação para a planta. Reservatório para a solução nutritiva, com motor de máquina de lavar roupa, com corpo em PVC; timer e tubulação de PVC rígido. Um filme de polietileno cobrindo a brita, para evitar que a penetração da luz interferisse na tuberização, e nesse filme foi feito um pequeno corte, no local aonde a planta se desenvolveria (Medeiros, 2000).

Os brotos foram inicialmente plantados em bandejas de isopor, com 128 células, contendo substrato (areia lavada), onde permaneceu por 20 dias. Posteriormente, as mudas foram transplantadas (para as telhas de fibrocimento preenchidas com brita) no espaçamento de 10 cm entre plantas e 18 cm entre fileiras. Utilizaram-se 4 telhas de fibrocimento de 3 m de comprimento e 1,10 m de largura, suspensas em suporte de alvenaria e com inclinação de 4%. Cada telha constituía um tratamento e continha 6 fileiras de plantas ou canais, totalizando 168 plantas por telha. Em cada fileira da telha foram plantadas 28 plantas.

Foram medidas, diariamente, a temperatura mínima e máxima no interior da casa de vegetação, cujas médias foram de 12 e 29º C, respectivamente.

A solução nutritiva utilizada foi descrita por Andriolo (2006) com modificação para a concentração de nitrogênio. A fertirrigação foi realizada todos os dias durante o período de tempo em que a solução percorria todo o comprimento da telha. A solução nutritiva ficava armazenada em um tanque com capacidade de 30 litros e no momento da irrigação esta solução era bombeada para a telha por meio de canos de PVC que ficavam na cabeceira dos canais formados pela telha. A tubulação de fornecimento tinha orifícios que coincidiam com cada canal da telha. Na posição inferior da telha havia um cano coletor que encaminhava a solução que havia acabado de percorrer o sistema de volta para o tanque.

Durante o dia período de irrigação foi controlado por um “timer” que acionava a bomba por 30 minutos, após um período de 15 minutos sem circulação da solução. À noite alternavam-se 15 minutos com a bomba ligada e 30 minutos com a bomba desligada. Os princípios básicos relacionados à hidroponia seguiram as

recomendações de Martinez & Silva Filho (2006) e à cultura da batata as recomendações de Fontes (2005).

As plantas receberam irrigação durante toda a época da condução do experimento.

O plantio do broto ocorreu em 27/05/2008 e o transplantio para o sistema hidropônico foi em 11/06/2008. As plantas foram tutoradas com fitilhos verticais.

A cada dois dias foram determinados pH e CE (condutividade elétrica) da solução, quando se ajustava o pH para a faixa de 5 a 5,5. A CE elétrica variou de 0,835-2,45 mS cm^{-1} no tratamento 1; 1,445-2,43 mS cm^{-1} no tratamento 2; 1,32-2,43 mS cm^{-1} no tratamento 3 e 1,42-2,73 mS cm^{-1} no tratamento 4. A troca de solução foi feita quando a depleção atingia 30% da CE da solução usada em pelo menos um tratamento.

2.4 – Avaliações

2.4.1 – Determinações não destrutivas na quarta folha (QF) e folha velha (FV) e caracterização do crescimento da planta ao longo do ciclo

A partir dos 23 dias após o transplantio (DAT) foram realizadas avaliações do índice SPAD na quarta folha (QF) e na folha mais velha (FV), além da caracterização do crescimento da planta, a cada 7 dias, até a senescência. O crescimento foi caracterizado pela medição do comprimento, largura e número de folíolos da QF e FV, altura da planta e número de folhas formadas.

As avaliações foram realizadas aos 23, 30, 37, 44, 51, 58, 65, 72 e 79 dias após o transplantio (DAT).

a) Índice SPAD

O índice SPAD foi determinado de modo semelhante ao descrito no item 2.4.1a, do Capítulo 1.

b) Comprimento, largura e número de folíolos da QF e FV

Foram medidos de modo semelhante ao descrito no item 2.4.1b, do Capítulo1.

c) Altura da planta e número de folhas

Foram medidos e contados de modo semelhante ao descrito no item 2.4.1c do Capítulo 1.

2.4.2 – Avaliações na colheita

Essas avaliações foram feitas aos 79 dias após o transplantio (DAT).

a) Massa da matéria fresca e seca da quarta folha e folha velha

Para determinar a massa de matéria fresca e seca, a QF e a FV foram pesadas (matéria fresca), acondicionadas em sacos de papel e posteriormente secas em estufa de circulação forçada de ar a 70° C até massa constante, quando foi determinada a massa da matéria seca.

b) Teor e conteúdo de nitrogênio na quarta folha e folha velha

O teor e o conteúdo de nitrogênio na QF e FV foram determinados conforme descrito no item 2.4.2c do Capítulo 1.

c) Número de tubérculos, área foliar, massa da matéria fresca e seca da folha, haste, raízes e tubérculos; classificação dos tubérculos

Foram avaliados conforme descrito no item 2.4.2d do Capítulo 1, aos 79 DAT.

d) Teor e conteúdo de nitrogênio na folha, raiz, haste e tubérculos

Foram avaliados conforme descrito no item 2.4.2e do Capítulo 1.

2.5 – Análise estatística

Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão. Os modelos de regressão foram escolhidos baseados no significado biológico, na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste "t", adotando-se o nível de significância de até 10% de probabilidade, e no coeficiente de determinação (R^2 = SQRegressão/SQTratamento).

Utilizou-se o programa estatístico SAS (Statistical Analysis Software System – Versão 9.0, SAS Institute 2004, Cary, NC).

2.6 – Estabelecimento do valor crítico para cada variável ou critério de avaliação do estado de nitrogênio

O valor do nível crítico ou valor ótimo da variável foi calculado a partir da equação ajustada para a relação entre dose de N e número de tubérculos seguindo-se metodologia descrita em Fontes (2001). De acordo com essa metodologia, o valor da dose de N que proporcionou o máximo número de tubérculos é substituído na equação ajustada entre doses de N e valor de cada variável. No caso presente foi usado o valor 188,9 mg L^{-1} de N.

3 – RESULTADOS

3.1 – Avaliações na quarta folha e folha velha ao longo do ciclo

a) Índice SPAD

Houve efeito das doses de nitrogênio (N) sobre o índice SPAD no folíolo terminal da quarta folha (SQF) aos 44, 51, 58, 65, 72 e 79 dias após o transplantio (DAT). Os modelos que representam a relação de N com SQF estão na Tabela 1. Os comportamentos para SQF 58, 65, 72 e 79 DAT foram quadráticos e semelhantes estão representados pelo SQF65 (Figura 1).

Houve efeito de doses de nitrogênio (N) sobre o índice SPAD no folíolo terminal da folha mais velha (SFV) aos 44, 51, 58, 65, 72 e 79 DAT. Os modelos que representam a relação de N com SFV estão na Tabela 2. Conforme critério adotado com SQF o SFV foi representado pelo SFV65 (Figura 1).

Os valores críticos estimados do índice SPAD na QF e FV calculado com a dose 188,9 mg L^{-1} de N estão na tabela 3.

Tabela 1 – Equações ajustadas para o índice SPAD (S) medido na quarta folha da batateira aos 23 (SQF23), 30 (SQF30), 37 (SQF37), 44 (SQF44), 51 (SQF51), 58 (SQF58), 65 (SQF65), 72 (SQF72) e 79 dias após o transplantio (SQF79) em função das doses de nitrogênio (N), e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	R^2/r^2
SQF23	$\hat{Y} = 22,1$	---
SQF30	$\hat{Y} = 28,8$	---
SQF37	$\hat{Y} = 27,9$	---
SQF44	$\hat{Y} = 26,3757 + 0,04241682^{**}N$	0,95
SQF51	$\hat{Y} = 29,7619 + 0,03097301^{**}N$	0,92
SQF58	$\hat{Y} = 26,7395 + 0,11612181^{**}N - 0,00028841^{**}N^2$	0,67
SQF65	$\hat{Y} = 26,1154 + 0,12136795^{**}N - 0,00032095^{**}N^2$	0,99
SQF72	$\hat{Y} = 19,6420 + 0,16958961^{**}N - 0,00045927^{**}N^2$	0,99
SQF79	$\hat{Y} = 15,4488 + 0,20970268^{**}N - 0,0005883^{**}N^2$	0,96

** - significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

Tabela 2 – Equações ajustadas para o índice SPAD (S) medido na folha velha da batateira aos 23 (SFV23), 30 (SFV30), 37 (SFV37), 44 (SFV44), 51 (SFV51), 58 (SFV58), 65 (SFV65), 72 (SFV72) e 79 dias após o transplantio (SFV79) em função das doses de nitrogênio (N), e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	R^2/r^2
SFV23	$\hat{Y} = 22,3$	---
SFV30	$\hat{Y} = 31,2$	---
SFV37	$\hat{Y} = 32,4$	---
SFV44	$\hat{Y} = 29,3568 + 0,02764595^{*}N$	0,77
SFV51	$\hat{Y} = 31,9286 + 0,01059636^{*}N$	0,62
SFV58	$\hat{Y} = 24,8343 + 0,08733157^{*}N - 0,00026793^{*}N^2$	0,89
SFV65	$\hat{Y} = 20,9231 + 0,12955193^{**}N - 0,00042998^{**}N^2$	1,00
SFV72	$\hat{Y} = 14,2519 + 0,16447655^{**}N - 0,00054012^{**}N^2$	0,95
SFV79	$\hat{Y} = 12,1093 + 0,12950819^{**}N - 0,00030799^{*}N^2$	0,96

** e * - significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste “t”, respectivamente.

Tabela 3 – Valor crítico estimado para o índice SPAD (S) medido na quarta folha e folha velha da batateira aos 23, 30, 37, 44, 51, 58, 65, 72 e 79 dias após o transplantio.

Característica	Quarta folha	Folha velha
SQF23	22,1	22,3
SQF30	28,8	31,2
SQF37	27,9	32,4
SQF44	34,4	34,6
SQF51	35,6	33,9
SQF58	38,4	31,8
SQF65	37,6	30,1
SQF72	35,3	26,1
SQF79	34,1	25,6

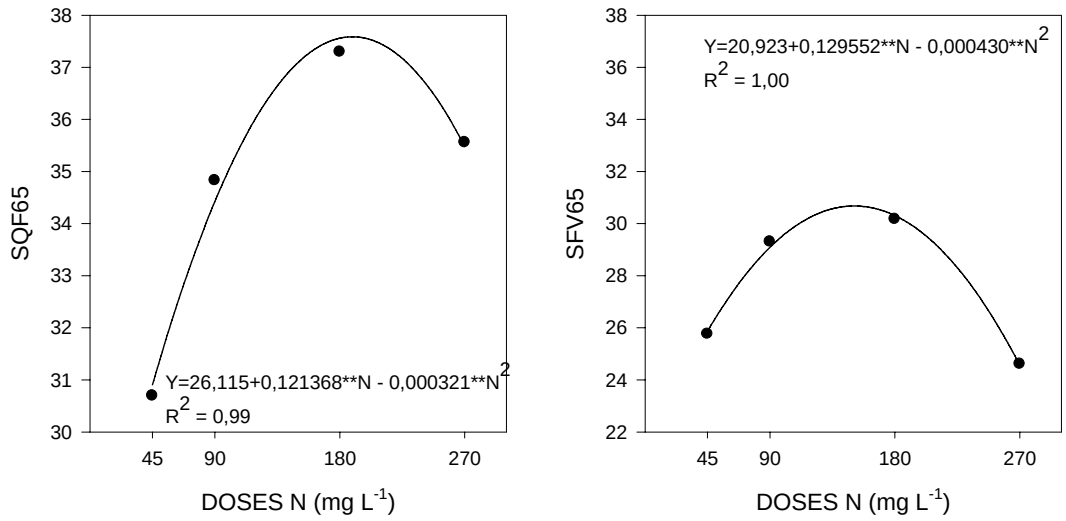

Figura 1 – SPAD da quarta folha (SQF) e folha velha (SFV) aos 65 DAT, em função de doses de nitrogênio (N).

b) Comprimento, largura e número de folíolos da QF e FV

Sobre o comprimento da quarta folha (CQF) houve efeito das doses de nitrogênio em todas as épocas avaliadas. Os modelos que representam a relação de N com CQF estão na Tabela 4.

Houve efeito de doses de N sobre o comprimento da folha velha (CFV) aos 37, 44, 51, 58, 65, 72 e 79 dias após o transplantio (DAT). Os modelos que representam a relação de N com CFV estão na Tabela 5.

Houve efeito de doses de nitrogênio estudadas sobre a largura da quarta folha (LQF) em todas as épocas avaliadas. Os modelos que representam a relação de N com LQF estão na Tabela 6.

Sobre a largura da folha velha (LFV) houve efeito das doses de N aos 37, 51, 65 e 79 (DAT). Os modelos que representam a relação de N com LFV estão na Tabela 7.

Houve efeito de doses de N sobre o número de folíolos da quarta folha (NFQF) aos 23, 37, 44, 51, 58, 65, 72 e 79 DAT. Os modelos que representam a relação de N com NFQF estão na Tabela 8.

Sobre o número de folíolos da folha velha (NFFV), Y, houve efeito da dose de nitrogênio (N) apenas aos 65 DAT, representado pela relação $\hat{Y} = 2{,}1215 + 0{,}004582549^{**}N$, $r^2 = 0{,}69$.

Os valores críticos estimados de CQF, LQF e NFQF calculado com a dose 188,9 mg L^{-1} de N estão na Tabela 9, e os correspondentes valores na FV estão na Tabela 10.

Tabela 4 – Equações ajustadas para o comprimento (C) medido na quarta folha da batateira aos 23 (CQF23), 30 (CQF30), 37 (CQF37), 44 (CQF44), 51 (CQF51), 58 (CQF58), 65 (CQF65), 72 (CQF72) e 79 dias após o transplantio (CQF79), em função das doses de nitrogênio (N), e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	R^2/r^2
CQF23	$\hat{Y} = 1{,}7921 + 0{,}020338983^{**}N$	0,74
CQF30	$\hat{Y} = 4{,}3672 + 0{,}02341494^{**}N$	0,69
CQF37	$\hat{Y} = 4{,}8706 + 0{,}03094162^{**}N$	0,87
CQF44	$\hat{Y} = 4{,}9770 + 0{,}061005025^{**}N - 0{,}000117212^{***}N^2$	0,81
CQF51	$\hat{Y} = 7{,}6161 + 0{,}015844319^{**}N$	0,76
CQF58	$\hat{Y} = 7{,}5514 + 0{,}016685499^{**}N$	0,76
CQF65	$\hat{Y} = 7{,}7121 + 0{,}013791588^{**}N$	0,80
CQF72	$\hat{Y} = 7{,}3141 + 0{,}013521657^{**}N$	0,87
CQF79	$\hat{Y} = 7{,}2734 + 0{,}014312618^{**}N$	0,96

** e *** - significativos a 1 e 10% de probabilidade pelo teste “t”, respectivamente.

Tabela 5 – Equações ajustadas para o comprimento (C) medido na folha velha da batateira aos 23 (CFV23), 30 (CFV30), 37 (CFV37), 44 (CFV44), 51 (CFV51), 58 (CFV58), 65 (CFV65), 72 (CFV72) e 79 dias após o transplantio (CFV79), em função das doses de nitrogênio (N), e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	R^2/r^2
CFV23	$\hat{Y} = 5{,}1$	---
CFV30	$\hat{Y} = 4{,}7$	---
CFV37	$\hat{Y} = 3{,}7678 + 0{,}009422473^{**}N$	0,94
CFV44	$\hat{Y} = 5{,}1528 + 0{,}006333961^{*}N$	0,71
CFV51	$\hat{Y} = 5{,}8048 + 0{,}006434401^{**}N$	0,97
CFV58	$\hat{Y} = 5{,}8879 + 0{,}009541745^{**}N$	0,81
CFV65	$\hat{Y} = 5{,}4048 + 0{,}012730697^{**}N$	0,87
CFV72	$\hat{Y} = 6{,}3686 + 0{,}014544884^{**}N$	0,77
CFV79	$\hat{Y} = 7{,}3311 + 0{,}012636535^{**}N$	0,83

** e * - significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste “t”, respectivamente.

Tabela 6 – Equações ajustadas para a largura (L) medido na quarta folha da batateira aos 23 (LQF23), 30 (LQF30), 37 (LQF37), 44 (LQF44), 51 (LQF51), 58 (LQF58), 65 (LQF65), 72 (LQF72) e 79 dias após o transplantio (LQF79), em função das doses de nitrogênio (N), e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	R^2/r^2
LQF23	$\hat{Y} = 1,2144 + 0,012266164^{**}N$	0,76
LQF30	$\hat{Y} = 2,7093 + 0,014124294^{**}N$	0,69
LQF37	$\hat{Y} = 3,0011 + 0,022385436^{**}N$	0,91
LQF44	$\hat{Y} = 4,6432 + 0,019761456^{**}N$	0,87
LQF51	$\hat{Y} = 2,7542 + 0,052847571^{**}N - 0,000112621^{*}N^2$	0,71
LQF58	$\hat{Y} = 3,5162 + 0,048232366^{**}N - 0,00010163^{*}N^2$	0,74
LQF65	$\hat{Y} = 5,8458 + 0,011795355^{**}N$	0,83
LQF72	$\hat{Y} = 5,3983 + 0,01234772^{**}N$	0,98
LQF79	$\hat{Y} = 4,2827 + 0,033136981^{**}N - 0,000062804^{***}N^2$	0,91

, * e * - significativos a 1, 5 e 10% de probabilidade pelo teste "t", respectivamente.

Tabela 7 – Equações ajustadas para a largura (L) medido na folha velha da batateira aos 23 (LFV23), 30 (LFV30), 37 (LFV37), 44 (LFV44), 51 (LFV51), 58 (LFV58), 65 (LFV65), 72 (LFV72) e 79 dias após o transplantio (LFV79), em função das doses de nitrogênio (N), e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	R^2/r^2
LFV23	$\hat{Y} = 1,9$	---
LFV30	$\hat{Y} = 2,8$	---
LFV37	$\hat{Y} = 2,6322 + 0,00428123^{*}N$	0,77
LFV44	$\hat{Y} = 3,9$	---
LFV51	$\hat{Y} = 3,8073 + 0,003283114^{***}N$	0,95
LFV58	$\hat{Y} = 4,5$	---
LFV65	$\hat{Y} = 4,5700 - 0,01262935^{***}N + 0,000056817^{*}N^2$	0,85
LFV72	$\hat{Y} = 5,1$	---
LFV79	$\hat{Y} = 4,4613 + 0,007187696^{*}N$	0,73

, * e * - significativos a 1, 5 e 10% de probabilidade pelo teste "t", respectivamente.

Tabela 8 – Equações ajustadas para o número de folíolos (NF) medido na quarta folha da batateira aos 23 (NFQF23), 30 (NFQF30), 37 (NFQF37), 44 (NFQF44), 51 (NFQF51), 58 (NFQF58), 65 (NFQF65), 72 (NFQF72) e 79 dias após o transplantio (NFQF79), em função das doses de nitrogênio (N), e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	R^2/r^2
NFQF23	$\hat{Y} = 1,3107 + 0,00784683^{**}N$	0,63
NFQF30	$\hat{Y} = 3,0$	---
NFQF37	$\hat{Y} = 2,8023 + 0,008474576^{**}N$	0,78
NFQF44	$\hat{Y} = 2,8390 + 0,011927181^{**}N$	0,93
NFQF51	$\hat{Y} = 1,3375 + 0,04173646^{**}N - 0,00009616^{**}N^2$	0,96
NFQF58	$\hat{Y} = 4,0876 + 0,007093534^{**}N$	0,79
NFQF65	$\hat{Y} = 3,4020 + 0,031700168^{**}N - 0,000074963^{*}N^2$	1,00
NFQF72	$\hat{Y} = 4,6893 + 0,006967985^{**}N$	0,86
NFQF79	$\hat{Y} = 3,4338 + 0,026675042^{**}N - 0,000065037^{**}N^2$	0,90

** e * - significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste “t”, respectivamente.

Tabela 9 – Valor crítico estimado para comprimento, largura e número de folíolos medido na quarta folha da batateira aos 23, 30, 37, 44, 51, 58, 65, 72 e 79 dias após o transplantio (DAT).

DAT	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Número de Folíolos
23	5,63	3,53	2,8
30	8,79	5,38	3,0
37	10,72	7,23	4,4
44	12,32	8,38	5,1
51	10,61	8,72	5,8
58	10,70	9,00	5,4
65	10,32	8,07	6,7
72	9,87	7,73	6,0
79	9,98	8,30	6,2

Tabela 10 – Valor crítico estimado para comprimento, largura e número de folíolos medido na folha velha da batateira aos 23, 30, 37, 44, 51, 58, 65, 72 e 79 dias após o transplantio (DAT).

DAT	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Número de Folíolos
23	5,1	1,90	1,0
30	4,7	2,80	1,0
37	5,55	3,44	2,0
44	6,35	3,90	2,0
51	7,02	4,43	2,0
58	7,69	4,50	3,0
65	7,81	4,21	3,0
72	9,12	5,10	3,0
79	9,72	5,82	3,0

c) Altura da planta e número de folhas ao longo do ciclo

Houve efeito das doses de nitrogênio (N) estudadas sobre a altura (AP) da batateira em todas as épocas avaliadas. Os modelos que representam a relação de N com AP estão na Tabela 11.

Houve efeito de doses de nitrogênio (N) sobre o número de folhas (NF) aos 23, 30, 37 e 44 dias após o transplantio (DPT). Os modelos que representam a relação de N com o NF estão na Tabela 12.

Os valores críticos estimados para o AP e NF calculado com a dose 188,9 mg L^{-1} de N estão na Tabela 13.

Tabela 11 – Equações ajustadas para altura (AP) da batateira aos 23 (AP23), 30 (AP30), 37 (AP37), 44 (AP44), 51 (AP51), 58 (AP58), 65 (AP65), 72 (AP72) e 79 dias após o transplantio (AP79), em função das doses de nitrogênio (N), e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	r^2
AP23	$\hat{Y} = 4,5884 + 0,018512241^{**}N$	0,92
AP30	$\hat{Y} = 7,3944 + 0,0236283374^{**}N$	0,80
AP37	$\hat{Y} = 6,5071 + 0,046390458^{**}N$	0,93
AP44	$\hat{Y} = 8,4983 + 0,05234772^{**}N$	0,94
AP51	$\hat{Y} = 10,4144 + 0,05300691^{**}N$	0,97
AP58	$\hat{Y} = 10,7754 + 0,05441306^{**}N$	0,97
AP65	$\hat{Y} = 11,3344 + 0,05386692^{**}N$	0,98
AP72	$\hat{Y} = 11,6398 + 0,05519774^{**}N$	0,98
AP79	$\hat{Y} = 11,9647 + 0,05508475^{**}N$	0,97

** - significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

Tabela 12 – Equações ajustadas para o número de folhas (NF) da batateira aos 23 (NF23), 30 (NF30), 37 (NF37), 44 (NF44), 51 (NF51), 58 (NF58), 65 (NF65), 72 (NF72) e 79 dias após o transplantio (NF79), em função das doses de nitrogênio (N), e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	r^2
NF23	$\hat{Y} = 3,0960 + 0,017576899^{**}N$	0,90
NF30	$\hat{Y} = 6,1582 + 0,015442561^{**}N$	0,78
NF37	$\hat{Y} = 7,3644 + 0,021155053^{**}N$	0,93
NF44	$\hat{Y} = 9,3644 + 0,021155053^{**}N$	0,98
NF51	$\hat{Y} = 16$	---
NF58	$\hat{Y} = 18$	---
NF65	$\hat{Y} = 21$	---
NF72	$\hat{Y} = 22$	---
NF79	$\hat{Y} = 29$	---

** - significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

Tabela 13 – Valor crítico estimado para altura da planta e número de folhas da batateira aos 23, 30, 37, 44, 51, 58, 65, 72 e 79 dias após o transplantio (DAT).

DAT	Altura (cm)	Número de Folhas
23	8,09	6,4
30	11,86	9,1
37	15,27	11,4
44	18,39	13,4
51	20,43	16,0
58	21,05	18,0
65	21,51	21,0
72	22,07	22,0
79	22,37	29,0

3.2 – Avaliações na colheita aos 79 DAT

a) Massa fresca e seca da quarta folha e folha velha

Houve efeito das doses de nitrogênio (N) estudadas sobre a massa da matéria fresca da quarta folha e folha velha e massa da matéria seca da quarta folha, não houve efeito das doses estudadas na massa da matéria seca da folha velha. Os modelos que representam a relação de N com essas variáveis estão na Tabela 14 e os seus respectivos valores críticos calculado com a dose 188,9 mg L^{-1} de N estão na Tabela 15.

Tabela 14 – Equações ajustadas para massa da matéria fresca da quarta folha (MFQF) e folha velha (MFFV) e massa da matéria seca da quarta folha (MSQF) e folha velha (MSFV), em função das doses de nitrogênio (N), e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	R^2/r^2
MFQF	$\hat{Y} = 0,1816 + 0,011733171^{**}N - 0,000028850^{**}N^2$	1,00
MFFV	$\hat{Y} = 0,4696 + 0,022470182^{**}N$	0,69
MSQF	$\hat{Y} = -0,0078 + 0,002019175^{**}N - 0,000005122^{**}N^2$	1,00
MSFV	$\hat{Y} = 0,168$	---

** - significativo a 1% de probabilidade pelo teste "t".

Tabela 15 – Valor crítico estimado para massa da matéria fresca da quarta folha (MFQF) e folha velha (MFFV) e massa da matéria seca da quarta folha (MSQF) e folha velha (MSFV).

Característica	Valor Crítico	Característica	Valor Crítico
MFQF	1,369	MSQF	0,191
MFFV	0,894	MSFV	0,168

b) Teor e conteúdo de nitrogênio na quarta folha e folha velha

Os efeitos de doses de N sobre as características acima estão listados na Tabela 16.

As relações entre as doses de nitrogênio e aquelas características estão na Tabela 17 e os valores críticos estimados calculado com a dose 188,9 mg L^{-1} de N estão na Tabela 18.

Tabela 16 – Significância do efeito de dose de nitrogênio sobre o teor e conteúdo de N_{org} e $N\text{-}NO_3^-$ em órgãos da batateira na colheita final.

Órgão	N_{org}		$N\text{-}NO_3^-$	
	Teor	Conteúdo	Teor	Conteúdo
QF	S	S	S	S
FV	S	S	NS	NS

S = significativo; NS = não significativo.

Tabela 17 – Equações ajustadas para teor[a] (N_{org}) e conteúdo[b] de nitrogênio orgânico (cN_{org}), e teor ($N\text{-}NO_3^-$) e conteúdo de nitrato ($cN\text{-}NO_3^-$) na quarta folha (QF) e folha velha (FV), em função das doses de nitrogênio (N), e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	r^2
$N_{org}QF$	$\hat{Y} = 2{,}2607 + 0{,}005983679^{**}N$	0,94
$N_{org}FV$	$\hat{Y} = 1{,}7736 + 0{,}002230508^{**}N$	0,65
$cN_{org}QF$	$\hat{Y} = 0{,}1718 + 0{,}0019130571^{**}N$	0,74
$cN_{org}FV$	$\hat{Y} = 0{,}1514 + 0{,}0007607659^{**}N$	0,63
$N\text{-}NO_3^-QF$	$\hat{Y} = -0{,}0039 + 0{,}0001046453^{**}N$	0,83
$N\text{-}NO_3^-FV$	$\hat{Y} = 0{,}000$	---
$cN\text{-}NO_3^-QF$	$\hat{Y} = -0{,}0007 + 0{,}0000180414^{**}N$	0,77
$cN\text{-}NO_3^-FV$	$\hat{Y} = 0{,}002$	---

** - significativo a 1% de probabilidade pelo teste "t".

[a/] dag g^{-1}; [b/] g/planta

Tabela 18 – Valor crítico para teor[a] (N_{org}) e conteúdo[b] de nitrogênio orgânico (cN_{org}), e teor ($N\text{-}NO_3^-$) e conteúdo de nitrato ($cN\text{-}NO_3^-$) na quarta folha e folha velha.

Característica	Quarta folha	Folha velha
N_{org}	3,391	2,195
cN_{org}	0,533	0,295
$N\text{-}NO_3^-$	0,016	0,000
$cN\text{-}NO_3^-$	0,003	0,002

[a/] dag g^{-1}, [b/] g/planta

c) Número de tubérculos, área foliar, massas das matérias fresca e seca da folhas, hastes, raízes, tubérculos e classificação dos tubérculos

Na colheita final, houve efeito das doses de nitrogênio sobre número de tubérculos (NT), área foliar (AF), massa da matéria fresca de folhas (MFF), matéria fresca de haste (MFH), matéria fresca de tubérculos (MFT), matéria seca de folhas (MSF), matéria seca de hastes (MSH), matéria seca de raízes (MSR) e matéria seca de tubérculos (MST). Os modelos que representam a relação entre dose de N e estas variáveis estão na Tabela 19, e os valores críticos estimados calculado com a dose 188,9 mg L^{-1} de N estão na Tabela 20.

Dessas variáveis citadas acima somente número de tubérculos (NT) teve comportamento quadrático (Figura 2).

Em média, 23% dos tubérculos colhidos foram da classe VIII (< 10 mm de Ø); 33% da classe VII (10 a 13 mm); 28% da classe VI (13 a 16 mm) e 15% da classe V (13 a 16 mm).

Tabela 19 – Equações ajustadas para número de tubérculos (NT), área foliar (AF), massa da matéria fresca (MF) e seca (MS) das folhas (F), haste (H), raízes (R) e tubérculos (T) em função das doses de nitrogênio (N) e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	R^2/r^2
NT	$\hat{Y} = - 2,3911 + 0,174962777^{**}N – 0,000463118^{**}N^2$	0,86
AF	$\hat{Y} = 98,9597 + 1,46753735^{**}N$	0,93
MFF	$\hat{Y} = 8,5833 + 0,053781984^{**}N$	0,66
MFH	$\hat{Y} = 2,0736 + 0,017544884^{**}N$	0,77
MFR	$\hat{Y} = 2,576$	---
MFT	$\hat{Y} = 2,8438 + 0,240278468^{**}N$	0,99
MSF	$\hat{Y} = 1,0238 + 0,009680728^{**}N$	0,79
MSH	$\hat{Y} = 0,1808 + 0,0017868801^{**}N$	0,76
MSR	$\hat{Y} = 0,3500 + 0,0011288136^{*}N$	0,63
MST	$\hat{Y} = -2,5336 + 0,086504645^{**}N$	0,91

** e * - significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste “t”, respectivamente.

Tabela 20 – Valor crítico estimado para número de tubérculos (NTC), área foliar (AF), massa da matéria fresca (MF) e seca (MS) das folhas (F), haste (H), raízes (R) e tubérculos (T).

Característica	Valor Crítico	Característica	Valor Crítico
NT	14,1	MFT (g)	48,23
AF (cm^2)	376,18	MSF (g)	2,85
MFF (g)	18,74	MSH (g)	0,52
MFH (g)	5,39	MSR (g)	0,56
MFR (g)	2,58	MST (g)	13,81

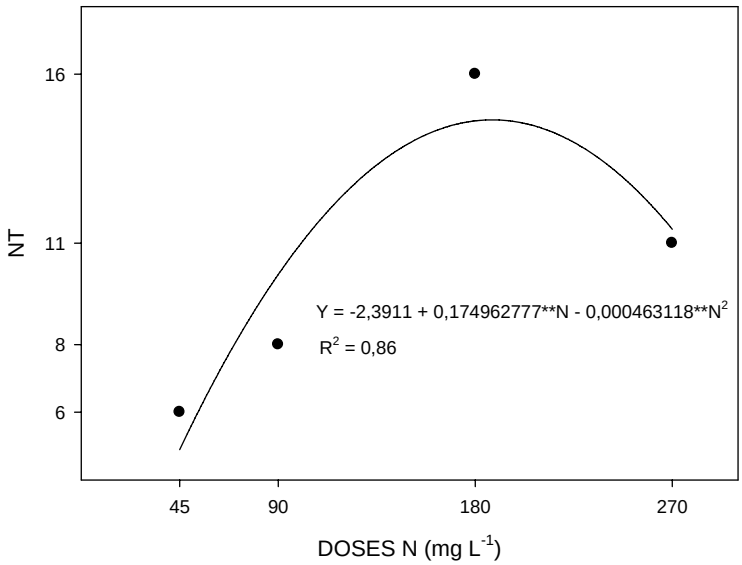

Figura 2 – Número de tubérculos por planta (NT) em função de doses de nitrogênio (N).

d) Teor e conteúdo de nitrogênio orgânico e nitrato na matéria seca das folhas, raízes, hastes e tubérculos

Os efeitos das doses de N sobre as características acima estão listados na Tabela 21.

As relações entre doses de nitrogênio e as características estão na Tabela 22 e os valores críticos dos mesmos calculado com a dose 188,9 mg L^{-1} de N estão na Tabela 23.

Tabela 21 – Significância do efeito de dose de N sobre o teor e conteúdo de nitrogênio orgânico (N_{org}) e nitrato ($N\text{-}NO_3^-$) em órgãos da batateira.

ÓRGÃO	N_{org}		$N\text{-}NO_3^-$	
	Teor	Conteúdo	Teor	Conteúdo
Folha	S	S	S	S
Raiz	S	S	S	S
Haste	S	S	S	S
Tubérculos	S	S	ND	ND

S = Significativo; ND = Não determinado.

Tabela 22 – Equações ajustadas para teor[a] (N_{org}) e conteúdo[b] de nitrogênio orgânico (cN_{org}), e teor ($N\text{-}NO_3^-$) e conteúdo de nitrato ($cN\text{-}NO_3^-$) na folha (F), raiz (R), haste (H) e tubérculos (T), em função das doses de nitrogênio (N), e os respectivos coeficientes de determinação.

Características	Equações ajustadas	R^2/r^2
$N_{org}F$	$\hat{Y} = 1{,}6553 + 0{,}012250605^{**}N - 0{,}000028323^{**}N^2$	1,00
$N_{org}R$	$\hat{Y} = 1{,}7118 + 0{,}012053345^{**}N - 0{,}000032366^{**}N^2$	0,98
$N_{org}H$	$\hat{Y} = 1{,}1319 + 0{,}012586432^{**}N - 0{,}000038097^{**}N^2$	0,98
$N_{org}T$	$\hat{Y} = 1{,}3062 + 0{,}013571101^{**}N - 0{,}000038064^{**}N^2$	0,82
$cN_{org}F$	$\hat{Y} = 1{,}9518 + 0{,}032436911^{**}N$	0,81
$cN_{org}R$	$\hat{Y} = 0{,}0008 + 0{,}0179403127 - 0{,}0000450892^{*}N^2$	0,94
$cN_{org}H$	$\hat{Y} = 0{,}3226 + 0{,}003413622^{**}N$	0,60
$cN_{org}T$	$\hat{Y} = -6{,}2970 + 0{,}199747520^{**}N$	0,93
$N\text{-}NO_3^-F$	$\hat{Y} = -0{,}0094 + 0{,}000168456^{**}N$	0,99
$N\text{-}NO_3^-R$	$\hat{Y} = -0{,}0368 + 0{,}000885374^{**}N$	0,92
$N\text{-}NO_3^-H$	$\hat{Y} = -0{,}0292 + 0{,}001426993^{**}N$	0,95
$cN\text{-}NO_3^-F$	$\hat{Y} = -0{,}0281 + 0{,}000500841^{**}N$	0,98
$cN\text{-}NO_3^-R$	$\hat{Y} = -0{,}0243 + 0{,}000539561^{**}N$	0,97
$cN\text{-}NO_3^-H$	$\hat{Y} = -0{,}0289 + 0{,}000861192^{**}N$	0,91

** e * - significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste "t", respectivamente.

[a/] dag g^{-1}; [b/] g/planta

Tabela 23 – Valor crítico estimado para teor [a] (N_{org}) e conteúdo[b] de nitrogênio orgânico (cN_{org}), e teor ($N\text{-}NO_3^-$) e conteúdo de nitrato ($cN\text{-}NO_3^-$) na folha (F), raiz (R), haste (H) e tubérculos (T).

Característica [a]	Valor crítico	Característica	Valor crítico
$N_{org}F$	2,959	$cN_{org}T$	31,435
$N_{org}R$	2,834	$N\text{-}NO_3^-F$	0,022
$N_{org}H$	2,171	$N\text{-}NO_3^-R$	0,130
$N_{org}T$	2,516	$N\text{-}NO_3^-H$	0,240
$cN_{org}F$	8,079	$cN\text{-}NO_3^-F$	0,067
$cN_{org}R$	1,795	$cN\text{-}NO_3^-R$	0,078
$cN_{org}H$	0,967	$cN\text{-}NO_3^-H$	0,134

[a/] dag g^{-1}; [b/] g/planta

4 – DISCUSSÃO

O índice SPAD indica a intensidade do verde da folha, e se relaciona com o teor de nitrogênio nesta folha. Quase sempre, quanto maior o índice SPAD maior o teor de nitrogênio na planta. O nitrogênio está associado, principalmente, com a síntese de proteínas e clorofila (Vos & Bom, 1993; Fontes, 2001).

De 23 a 37 DAT o valor SPAD não foi afetado por doses de N, indicando que mesmo as menores concentrações de N na solução nutritiva forneciam nitrogênio suficiente às plantas. Dos 44 a 51 DAT a maior dose de N ainda estava propiciando valor linear do índice SPAD na QF e FV, indicando que neste período a dose de N pode ser aumentada de 270 mg L^{-1}. De 58 até 79 DAT os valores ótimos de SPAD foram declinando, sendo obtidos com as dose de 201,0; 189,0; 185 e 178 mg L^{-1}. Isto é, com base no índice SPAD, até os 37 DAT poderia utilizar doses baixas de N, por exemplo, 45 mg L^{-1}, mais do que 270 mg.L^{-1} de 44 a 51 DAT e doses decrescentes de N a partir daí.

O índice SPAD na quarta folha atingiu o valor máximo de 38,4 aos 58 DAT; após esta época o índice começou a declinar o que pode ser coincidido devido a intensa tuberização nesse período, quando as reservas de N das folhas começam a ser translocada para a produção de tubérculos. Na folha velha o índice SPAD atingiu 36,8 unidades, aos 44 DAT. Andriolo *et al*.(2006) relata que a maior concentração de nitrogênio está nas folhas mais jovens e ocorre remobilização deste nutriente no decorrer do ciclo de crescimento e desenvolvimento da planta.

O menor valor do SPAD na folha velha pode ser explicado pela remobilização do nitrogênio na planta, indo das folhas mais velhas para as folhas

mais novas, bem como os fotoassimilados estão sendo solicitados pelos drenos como estolão e tubérculos, que estão sendo formados durante o ciclo da batateira.

O índice SPAD na folha velha também pode ser indicativo da necessidade da aplicação do N, desde que se conheça o nível crítico abaixo do qual a planta estaria deficiente neste elemento, embora existam outros fatores que interferem no índice SPAD, como por exemplo, a cultivar utilizada (Bullock & Anderson, 1999).

As doses de nitrogênio interferiram de forma positiva nas características avaliadas tanto na QF quanto na FV. À medida que se aumentou a dose de N houve um incremento quanto ao comprimento, a largura, o número de folíolos da quarta folha, comprovando que o N interfere no desenvolvimento da folha.

Da mesma forma a altura da planta e os números de folhas sofreram efeito das doses de N estudadas. A planta cresceu ao longo do ciclo e, à medida que aumentou a dose de nitrogênio, a altura respondeu de maneira positiva, chegando a 22,4 cm aos 79 DAT; já o número de folhas chegou a 29 folhas por planta. Altura inferior a esse foi encontrado por Moreira (2008) em cujo trabalho a altura da planta foi 16,7 cm aos 80 DAP em vaso, demonstrando que a planta de batata se adaptou ao sistema hidropônico, pelo menos no que diz respeito a altura da planta.

Podem ser adotadas como padrões de crescimento ótimo as seguintes características da QF aos 58 DAT: 10,7 cm de comprimento, 9,0 cm de largura, 5,4 folíolos e 38,4 de índice SPAD. Nesta, mesma ocasião, a FV deve ter as seguintes características: 7,69 cm de comprimento, 4,5 cm de largura, 3,0 folíolos e 31,8 de índice SPAD. Já a planta tem que ter: 21,05 cm de altura e 18 folhas, isto para se ter uma produção final de tubérculos de 768,45 tubérculos por m^2.

O teor e o conteúdo de nitrogênio orgânico na quarta folha foram superiores ao da folha velha, e à medida que se incrementou a dose de N aumentou tanto o teor quanto o conteúdo. Mesmo comportamento foi verificado por Busato (2007), em campo. Quanto ao teor e o conteúdo de nitrato na folha velha não teve efeito das doses de N estudadas.

O número máximo de tubérculos por planta foi 14,1 com 188,9 mg L^{-1} de N. Por outro lado, a massa máxima de tubérculos não foi alcançada com a maior dose de N. Dose de nitrogênio acima de 188,9 mg L^{-1} irá proporcionar maior desenvolvimento do tubérculos e da parte aérea em detrimento ao número de tubérculos. Como relatado anteriormente, a parte aérea respondeu de forma linear e positivamente com o incremento da dose de N estudadas, o mesmo ocorreu com a

massa fresca e seca de tubérculos por planta. A massa fresca e seca dos tubérculos aumentou proporcionalmente na medida em que foi incrementada a dose de nitrogênio.

O número de tubérculos por planta (14,1) foi superior ao encontrado por Medeiros *et al*. (2002) que foi 11,5 tubérculos/planta. No trabalho de Factor *et al*. (2007) usando o mesmo sistema utilizado nesse trabalho foi de 5,6 tubérculos/planta, enquanto Muller *et al.* (2007), obtiveram 3,6 tub/planta no outono, trabalhando com minitubérculos.

Os autores (Novella *et al*.2008) usaram solução nutritiva em sistema hidropônico constituído de uma calha de fibrocimento com areia irrigado com solução nutritiva com condutividade variando de 1 a 5 dS m^{-1} obtida pelo incremento na concentração de todos os nutrientes. O teor de N na solução nutritiva, aplicada aos moldes de NFT variou de 182 a 910 mg L^{-1} e não afetou o número de tubérculos produzidos. Porém, dependendo do material propagativo, a quantidade ótima de N para a produção de matéria seca de tubérculos foi 182 ou 510 mg L^{-1} para as plantas propagadas por minitubérculos ou por plântulas oriundas de cultivo "in vitro". Já Muller *et al*. (2007) encontraram respostas diferentes para produção de minitubérculos utilizando soluções com diferentes concentrações dos nutrientes dentre os quais o N, em função da época de cultivo no sistema hidropônico. Estes autores verificaram que diferentes concentrações da solução nutritiva interferem na produção de minitubérculos.

Enquanto que o número de tubérculos teve resposta quadrática a massa de matéria fresca de tubérculo respondeu linearmente ao incremento de dose de N, não atingindo portanto o seu valor máximo. Aumento linear na produção de matéria seca (MS) de tubérculos e da parte aérea de batata com doses de N até 237 mg L^{-1} em vaso contendo argila expandida também foi verificado por Coraspe-León (2007), sendo o maior valor de MS de tubérculos de 20,4 g/planta. Em cada vaso contendo 1850 g de argila expandida foram plantadas duas mudas. Esse valor foi obtido com o ciclo de 85 dias após o transplantio de mudas oriundas de cultivo "in vitro".

A utilização de espaçamento menor, como foi feito neste trabalho (10 cm entre plantas) determinou maior número de tubérculo por unidade de área e, com isso, pode haver uma tendência de redução do tamanho médio dos tubérculos formados em comparação aos desenvolvidos em espaçamentos maiores (Medeiros *et*

al., 2002). A maioria dos tubérculos ficou entre a classe V (16 a 23 mm) e VIII (menor que 10 mm), sendo que 33% foram classificados na classe VII (10 a 13 mm).

Enquanto no experimento em vaso (capítulo 1) o número de tubérculos respondeu às doses de N de forma linear e a massa fresca de tubérculos de forma quadrática, o inverso aconteceu com o sistema hidropônico (capítulo 2) onde a resposta a dose de N e número de tubérculos foi quadrática, já a relação entre dose e massa de tubérculos foi linear. Isto pode ter ocorrido devido á competição por espaço no sistema hidropônico. Já no sistema de vaso, o inverso pode ter ocorrido e assim formaram-se tubérculos maiores do que os encontrados no sistema hidropônico. Ao se considerar as doses de N associadas às maiores produtividades (número ou massa) nos dois sistemas, no vaso, a máxima massa média de tubérculos foi 44,8 g e no sistema hidropônico foi 4,8 g.

Algum fator no vaso limita o número de tubérculos por planta. Conseqüentemente, em razão da menor competição entre esses, a massa média foi mais alta. Em hidroponia não houve (se houve foi menor) nenhum fator restrito à formação dos estolões e dos tubérculos. Consequentemente ocorreu maior competição entre esses os quais ficaram com menor massa média de tubérculos. O problema é identificar o que limita o número de tubérculos em vaso.

5 – CONCLUSÕES

- Dose de nitrogênio tem efeito positivo na produção de minitubérculos de batata e também nos índices fisiológicos tanto da quarta folha quanto da folha velha.
- O número máximo de tubérculos por planta (14,1) é obtido com 188,9 mg L^{-1} de N.
- A maior massa de tubérculos por planta (68,4 g) é obtida com a maior dose de N, não sendo atingido o ponto de máximo.
- O índice crítico SPAD na quarta folha é variável com a idade da planta sendo de 38,4 o maior valor atingido aos 58 DAT.
- Número e massa fresca de tubérculos por planta não são otimizados pela mesma dose de N.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, F. **El cultivo da patata**. Barcelona: Ediciones Mundi Prensa. 272p. 1996.

ALVA, A.K.; HODGES, T.; BOYDSTON, A.; COLLINS, H.P. Dry matter and nitrogen accumulations and partitioning in two potato cultivars. **Journal of Plant Nutrition**, v. 25, n.8, p. 1621-1630, 2002.

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, Santa Maria. **Anais**. p. 26-40, 2006.

ANDRIOLO, J.L.; BISOGNIN, D.; 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.

ARAÚJO, C. **Critérios para o manejo da adubação nitrogenada do tomateiro em ambiente protegido e no campo**. Doutorado em Fitotecnia, Departamento de Fitotecnia, UFV, Viçosa. 220 p. 2004.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G. Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. **Ciência Rural**, v. 31, n.4, p. 715-722, 2001.

ARREGUI, L.M.; MERINA, M; MINGO-CASTEL, A.M Aplicacion del medidor portatil de clorofila en los programas de fertilizacion nitrogenada en patata de siembra. Actas Del Congresso Iberoamericano de Investigación y Desarrolo em Patata, Vitória-Gasteis. **Anais**. p. 157-170, 2000.

ASSIS, M. Novas tecnologias na propagação de batata. **Informe Agropecuário**, v. 20, p. 30-33, 1999.

AZIA, F.; STEWART, K.A. Relationships between extractable chlorophyll and SPAD values in muskmelon leaves. **Journal of Plant Nutritio**n, v. 24, n.6, p. 961-966, 2001.

BÉLANGER, G.W.; J.R., W.; RICHARDS, J.E.; MILBURN, P.; ZIADI, N. Critical nitrogen curve and nitrogen nutrition index for potato in Eastern Canada. **American Journal of Potato Research,** v. 78, n.5, p. 355-364, 2000.

BEUKEMA, H.P.; ZAAG, D.E.V. **Introduction to potato production**. Wageningen: Pudoc. 208p. 1990.

BIEMOND, H.; VOS, J. Effects of nitrogen on the development and growth of the potato plant. 2. The parttioning of dry matter, nitrogen and nitrate. **Annals of Botany**, v.70, p.37-45, 1992.

BRYAN, J.E.; MELÉNDEZ, G.; JACKSON, M.T. **Esquejes de brote, uma técnica de multiplicação rápida de papa.** Serie I: Técnicas de multiplicación rápida Guia I/1, Centro Internacional de La Papa (CIP). 1981. 10p.

BULLOCH, D.G. ANDERSON, D.S. Evaluation of the Minolta SPAD-502 chlorophyll meter for nitrogen management in corn. **Journal of Plant Nutriton**, n.21, p.741-755, 1999.

BUSATO, C. **Características da planta, teores de nitrogênio na folha e produtividade de tubérculos de cultivares de batata em função de doses de nitrogênio.** Mestrado, Departamento de Fitotecnia, UFV, Viçosa. 129 p. 2007.

CATALDO, D.A.; HARRON. M.; SCHRADER, L.E.L.; YOUNGS, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.6, p.71-80, 1975.

CHANG, D.C.; KIM, S.Y.; HAHM, Y.; SHIN, K.Y. Hydroponic culture system for the production of seed tubers without soil. **American Journal of Potato Research**, v. 77, n.6, p. 394, 2000a.

CHANG, D.C.; SUNG, Y.K.; YOUNG, H.; KWAN, Y.S. Solution concentration effects on growth and mineral uptake of hydroponically grown potatoes. In: ANNUAL MEETING OF THE POTATO ASSOCIATION OF AMERICA, Colorado, USA. **Anais**. p. 395, 2000b.

COGO, C.M.; ANDRIOLO, J.L.; BISOGNIN, D.A.; GODOI, R.S.; BORTOLOTTO, 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.

COLTMAN, R.R. Yields of greenhouse tomatoes managed to maintain specific petiole sap nitrate level. **HortScience**, v. 23, n.1, p. 148-151, 1988.

CORASPE-LEÓN, H.M. **Aspectos nutricionais da batateira para produção de tubérculos-semente em ambiente protegido**. Doutorado, ESALQ, Piracicaba. 111p. 2007

CORRÊA, M.C. **Produção de batata semente pré-básica em canteiros, vasos e hidroponia**. Mestrado, Fitotecnia, UFLA, Lavras. 120 p. 2005.

DANIELS, J.; PEREIRA, A.S.; FORTES, G.R.L. **Verticalização da produção da batata-semente por produtores de agricultura familiar no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000. 4p. (Comunicado Técnico). Embrapa. 2000.

DELGADO, J.A.; FOLLET, R.F. Sap test to determine nitrate-nitrogen concentrations in aboveground biomass of winter cover crops. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 29, n.5, p. 545-549, 1998.

DIAS, J.A.C.; COSTA, A.S. O produtor pode fazer a sua própria batata-semente. **A Granja – A Revista do Líder Rural**. Ano 54, p.12-18, 1998.

DIAS, J.A.C.S. Uso de brotos descartados de batata-semente economiza divisas. **Ciência e Cultura**, v. 54, n.2, p. 10, 2002.

ERREBHI, M.; ROSEN, C.J.; GUPTA, S.C.; BIRONG, D.E. Potato yield response and nitrate leaching as influenced by nitrogen management. **Agronomy Journal**, v. 90, p. 10-15, 1998.

FACTOR, T.L. **Produção de minitubérculos de batata-semente em sistemas hidropônicos NFT, DFT E Aeroponia**. Doutorado, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal. 142 p. 2007.

FACTOR, T.L.; ARAÚJO, J.A.C; KAWAKAMI, F.P.C; IUNCK, V. Produção de minitubérculos básicos de batata em três sistemas hidropônicos. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.1, p. 82-87, 2007.

FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A.E.; VILELA, L.A.A. **Produção de alface em hidroponia**. Lavras: UFLA. 50p. 1996.

FERNANDES, C.; ARAUJO, J.A.C.; CORÁ, E.J. Impacto de quatro substratos e parcelamento da fertirrigação na produção de tomate sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n.4, p. 559-563, 2002.

FILGUEIRA, F.A.R. Práticas culturais adequadas em bataticultura. **Informe Agropecuário**, v. 20, p. 34-41, 1999.

FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: UFV. 122p. 2001.

FONTES, P.C.R. **Cultura da batata**. In: FONTES, P.C.R. (ed.) Olericultura: teoria e prática. Viçosa: Suprema, 2005. p. 323-343.

FONTES, P.C.R.; RONCHI, C.P. Critical values of nitrogen índices in tomato plants grown in soil and nutrient solution determined by different statistical procedures. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v.37, p.1421-1429, 2002.

FONTES, P.C.R., ARAÚJO, C. Adubações nitrogenada de hortaliças – princípios e práticas com o tomateiro. Viçosa: Editora UFV, 2007, 148p.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, N. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico. 52p. 1999.

GIANQUITO, G.; SAMBO, P.; BONA, S. The use of SPAD-502 chlorophyll meter for dynamically optimizing the nitrogen supply in potato crop. A methodological Approach. **Acta Horticulturae**, v. 607, p.197-204, 2003.

GIL, P.T. **Índices e eficiência de utilização de nitrogênio pela batata influenciado por doses de nitrogênio em pré-plantio e em cobertura**. Mestrado, Departamento de Fitotecnia, UFV, Viçosa. 81 p. 2001.

GIL, P.T.; FONTES, P.C.R.; CECON, P.R.; FERREIRA, F.A. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. **Horticultura Brasileira,** v. 20, n.4, p. 611-615, 2002.

GIUSTO, A.B. **Tecnologia do broto como propágulo na produção de minitubérculos de batata-semente: avaliação do Elisa na detecção de quatro vírus regulamentados.** Mestrado, Departamento de Tecnologia de Produção Agrícola, IAC, Campinas, 142p. 2006.

GODOY, L.J.G.; VILLAS BÔAS, R.L.; BÜLL, L.T. Utilização da medida do clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada em plantas de pimentão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n.6, p. 1049-1056, 2003.

GRIGORIADOU, K.; LEVENTAKIS, N. Large scale commercial production of potato minitubers, using in vitro techniques. , v.42, p.607-610, 1999. In: Potato Research. 1999; 42(3/4), **Anais**. p. 607-610, 1999.

GUIMARÃES, T.G. **Nitrogênio no solo e na planta, teor de clorofila e produção do tomateiro, no campo e na estufa, influenciados por doses de nitrogênio**. Doutorado, Departamento de Fitotecnia, UFV, Viçosa. 184 p. 1998.

GUIMARÃES, T.G.; FONTES, P.C.R.; PEREIRA, P.R.G.; ALVAREZ V., V.H.; MONNERAT, P.H. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folha de tomateiro cultivados em dois tipos de solo. **Bragantia**, v. 58, n.1, p. 209-216, 1999.

HAYASHI, P. Produção de minitubérculos em cultivo hidropônico com substrato. **Revista Batata Show**, http://www.abbabatatabrasileira.com.br, acessado em 15/07/2007.

HIRANO, E. Produção de semente. In: (Coord.) . : Linha Gráfica, 1987. p.171-183. In: REIFSHENEIDER, F.J.B. (Ed.) **Produção de Batata**. Brasília: Linha Gráfica. 1987. pp.171-183.

HOEL, B.O. Chlorophyll meter reading in winter wheat: cultivar differences and prediction of grain protein content. **Soil Plant Science**, v. 53, p. 147-157, 2003.

IMA. Instituto Mineiro de Agropecuária. Portaria n.567, 30/01/2003.

JACKSON, M.L. Soil chemical analysis. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1958. 498p.

KRAUSS, A. Interaction of nutrients and tuberization. In: LI, P.H. (Ed.) **Potato Physiology**. London: Academic Press. 1985. pp.209-230.

LAWLOR, D.W. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: Mechanisms are the key to understanding production systems. **Journal Experimental Botany**, v. 53, n.370, p. 773-787, 2002.

LOMMEN, W.L.M. Causes for low tuber yields of ttransplants from in vitro potato plantlets of early cultivars after field planting. Journal of Agricultural Science, v.133, p.275-584, 1999.

LOPES, C.A.; BUSO, J.A. **A cultura da batata**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 184p. 1999.

MAIER, N.A.; DAHLENBURG, A.P.; WILLIAMS, M.J. Effects of nitrogen, phosphorus, and potassium on yield, specific gravity, crisp colour, and tuber chemical composition of potato (*Solanum tuberosum* L.) cv. Kennebec. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 34, p. 813-824, 1994.

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

MALMANN, N. **Eficiência do fósforo na multiplicação de propágulos, mini-tubérculos e tubérculos para obtenção de batata-semente**. Doutorado, Departamento de Produção Vegetal, UFP, Curitiba. 147p. 2007.

MARTINEZ, H.E.P.; SILVA FILHO, J.B. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas**. 3ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. 111 p.

MEDEIROS, C.A.B.; ZIEMER, A.H.; PEREIRA, A.S.; DANIELS, J. Estrutura de sistema hidropônico para produção de sementes prébásicas de batata. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, n.29, 10p.2000.

MEDEIROS, C.A.B. Batata-semente pré-básica: Multiplicação por hidroponia. In: PEREIRA, A.S.; DANIELS, J. (Eds.) **O Cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: Embrapa. 2003. pp.144-474.

MEDEIROS, C.A.B.; DANIELS, J.; PEREIRA, A.S. Produção de sementes pré-básicas de batata em sistema hidropônico: Multiplicação a partir de plântulas produzidas *in vitro*. **Horticultura Brasileir**a, v.19, Suplemento CD-Rom, 2001a.

MEDEIROS, C.A.B.; DANIELS, J.; PEREIRA, A.S. Produção de sementes pré-básicas de batata em sistema hidropônico: Multiplicação a partir de minitubérculos. **Horticultura Brasileira**, v.19, Suplemento CD-Rom, 2001b.

MEDEIROS, C.A.B.; CUNHA, B.P. Cultivo hidropônico de sementes pré-básicas de batata: concentração de nitrogênio na solução nutritiva. 43º Congresso Brasileiro de Olericultura, v. 21, p. **Suplemento CD- Rom**, 2003.

MEDEIROS, C.A.B.; ZIEMER, A.H.; DANIELS, J.; PEREIRA, A.S. Produção de sementes pré-básicas de batata em sistemas hidropônicos. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n.1, p. 110-114, 2002.

MEYER, R.D.; MARCUM, D.V. Potato yield, petiole nitrogen, and soil nitrogen response to water and nitrogen. **Agronomy Journal**, v. 90, p. 420-429, 1998.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA 2006 – **http://www.agricultura.gov.br**

MINOTTI, P.L.; HALSETH, D.E.; SIECZKA, J.B. Field chlorophyll measurements to asses the nitrogen status of potato varieties. **HortScience**, v. 29, n.12, p. 1497-1500, 1994.

MORAIS, P.R.F.; PREPARATI, P.H.; CORRÊA, R.M.; REIS, E.S. Batata semente hidropônica. I Jornada Científica e VI FIPA do CEFET Bambuí. **Resumo Expandido**, p.1-5, 2008.

Disponível em: http://www.cefetbambui.edu.br/str/artigos_aprovados

MOREIRA, M.A. **Característica da planta e produção de batata-semente básica em substrato com diferentes materiais de propagação**. Doutorado, Departamento de Fitotecnia, UFV, Viçosa. 174 p. 2008.

MURO, J.; DIAZ, V.; GONI, J.L.; LAMSFUS, C. Comparison of hydroponic culture and culture in a peat/sand mixture and the influence of nutrient solution and plant density on seed potato yields. **Potato Research**, v. 40, p. 431-438, 1997.

MULLER, D.R.; BISOGNIN, D.A.; ANDRIOLO, J.L.; DELLAI, J.; COPETI, F. Produção hidropônica de batata em diferentes concentrações de solução nutritiva e épocas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.5, p.647-653, 2007.

NOVELLA, M.B.; ANDRIOLO, J.L.; BISOGNIN, D.A.; COGO, C.M.; BANDINELLI, M.G. Concentration of nutrient solution in the hydroponic production of potato minitubers. **Ciência Rural**, v.38, n.6, p.1529-1533, 2008.

NUNES, J.C.S. **Sistema de preparo do solo para o plantio manual e mecanizado da batateira irrigada por aspersão e gotejamento**. Doutorado, Departamento de Fitotecnia, UFV, Viçosa. 120p. 2004.

OLIVEIRA, C.A.S. Potato crop growth as affected by nitrogen and plant density. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.5, p.939-950, 2000.

OPARKA, K.J.; DAVIES, H.V.; PRIOR, D.A.M. The influence of applied N on export and partitioning of current assimilate by field-grown potato plants. **Annals of Botany**, v. 59, n.3, p. 484-488, 1987.

PEREIRA, J.E.S.; MEDEIROS, C.A.B.; FORTES, G.R.L.; PEREIRA, A.S.; DANIELS, L. Avaliação de dois sistemas hidropônicos para a produção de sementes pré-básicas de batata. **Horticultura Brasileira**, v.19, Suplemento CD-Rom, 2001.

PEREIRA, A.S.; DANIELS, J. **O cultivo da batata na Região Sul do Brasil**. Brasília: EMBRAPA. 419p. 2003.

PORTER, G.A.; SISSON, J.A. Petiole nitrate content of Maine – grown Russet Burbank and Shepody potatoes in response to varying nitrogen rate. **American Potato Journal,** v.68, n.8, p.493-505, 1991.

PORTER, G.A.; SISSON, J.A. Yield, marked quality and petiole nitrate concentration of non-irrigated Russed Burbank and Shepody potatoes in response to sededressed nitrogen. **American Potato Journal,** v.70, n.3, p.101-116, 1993.

RANALLI, P. Innovative propagation methods in seed tuber multiplication programmes. **Potato Research**, v. 40, p. 439-453, 1997.

RESENDE, L.M.A.; MASCARENHAS, M.H.T.; PAIVA, B.M. Aspectos econômicos da produção e comercialização de batata. **Informe Agropecuário**, v. 20, p. 9-19, 1999.

RITTER, E.; ANGULO, B.; RIGA, P.; HERRÁN, J.; RELLOSO, J.; SAN JOSE, M. Comparacion of hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of potato minitubers. **Potato Research**, v. 44, p. 127-135, 2001.

RODRIGUES, F.A.; FONTES, P.C.R.; MARTINEZ, H.E.P.; PEREIRA, P.R.G. Nível crítico do índice SPAD na folha da batateira, em solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 764-765, 2000. Suplemento.

RODRIGUES, M.A. Establishment of continuous critical levels for indices of plant and presidedress soil nitrogen status in the potato crop. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 35, n.13/14, p. 2067-2085, 2004.

ROLOT, J.L.; SEUTIN, H.; MICHELANTE, D. Production de minitubercules de pomme de terre par hydroponie: évalution d'un systène combinantles techniques "NFT" et "Gravel Culture" pour deux types de solution nutritives. **Biotechnological Agronomy Society Environmenty**, v. 6,n.3, p. 155-161, 2002.

RONCHI, C.P.; FONTES, P.C.R.; PEREIRA, P.R.G.; NUNES, J.C.S.; MARTINEZ, H.E.P. Índices de nitrogênio e de crescimento do tomateiro em solo e em solução nutritiva. **Revista Ceres**, v. 48, n.278, p. 469-484, 2001.

SAINZ ROZAS, H.; ECHEVERRÍA, H.E. Relación entre las lecturas del medidor de clorofila (Minolta SPAD 502) en distintos estadios del ciclo del cultivo de maíz y el rendimiento en grano. **Revista de la Facultad Agronomía,** v. 103, n.1, p. 37-44, 1998.

SAMPAIO JÚNIOR, J.D. **Produção de mini-tubérculos de batata semente em vaso a partir de plântula multiplicada por cultura de tecido, broto e minitubérculo, em função de doses de nitrogênio**. Mestrado. Departamento de Fitotecnia, UFV, Viçosa. 96 p. 2005.

SAMPAIO JÚNIOR, J.D.; FONTES, P.C.R.; MOREIRA, M.A.; GUIMARÃES, M.A. Pordução de mini-tubérculo semente de batata, em função de doses de nitrogênio aplicadas ao substrato. **Bioscience Journal**, v.24, n.1, p.1-9, 2008

SCHRÖDER, J.J.; NEETESON, J.J.; OENEMA., O.; STRUIK, P.C. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. **Field Crops Research**, v. 66, n.2, p. 151-164, 2000.

SEXTON, P.; CARROL, J. Comparison of SPAD chlorophyll meter readings vs. petiole nitrate concentration in sugarbeet. **Journal of Plant Nutrition**, v. 25, n.9, p. 1975-1986, 2002.

SILVA, E.C.; GIUSTO, A.B.; SOUSA DIAS, J.A.C. Produção de minitubérculos a partir de brotos de cultivares de batata em diferentes combinações de substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n.2, p. 241-244, 2006.

SILVA, M.C.C. **Critérios para manejo da adubação nitrogenada da batata em duas épocas de plantio**. Doutorado, Departamento de Fitotecnia, UFV, Viçosa. 144 p. 2007.

SOUZA, Z.S. Ecofisiologia. In: PEREIRA, S.A.; DANIELS, J. (Eds.) **O cultivo da batata na região Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa. 2003. pp.80-104.

SOUZA-DIAS, J.A.C.; COSTA, A.S. Aumento na taxa de multiplicação da batata semente básica ou certificada através de técnicas ao alcance do produtor. **Summa Phytopathologica**, v. 11, p. 52-54, 1985.

SOUZA-DIAS, J.A.C. Tecnologia do broto/batata-semente: uma idéia que está brotando na bataticultura. **O Agrário**, v.I, p.7, 2006.

SPANER, D.; TODD, A.G.; NAVABI, T.A.; CKENZIE, D.B.; GOONEWARDENE, L.A. Can leaf chlorophyll measures at differing growth stages be used as an indicator of winter wheat and spring barley nitrogen requirements in eastern Canada? **Journal Agronomy and Crop Science**, v. 191, n.5, p. 393-399, 2005.

TEIXEIRA, D.M.C.; PINTO, J.E.B.P. Minituberização da batata em diferentes doses de N, sacarose e BAP. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 3, n.2, p. 77-81, 1991.

VITOSH, M.L.; SILVA, G.H. Factors affecting potato petiole sap nitrate tests. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 27, n.5-8, p. 1137-1152, 1996.

VOS, J.; BOM, M. Hand-held chlorophyll meter: a promising tool to asses the nitrogen status of potato foliage. **Potato Research**, v. 36, n.4, p. 301-308, 1993.

VOS, J.; PUTTEN,V. D. Effect of nitrogen supply on leaf growth, leaf nitrogen economy and photosynthetic capacity in potato. **Field Crops Research**, v.59, n.1, p.63-72, 1998.

WAN, W.; CAO, W.; TIBBITTS, T.W. Tuber initiation in hidroponically grown potatoes by alteration of solution pH. **HortScience**, v. 29, p. 621-623, 1994.

WESTERMANN, D.T.; KLEINKOPF, G.E. Nitrogen requirements of potatoes. **Agronomy Journal,** v. 77, n.4, p. 616-621, 1985.

WHEELER, R.M.; MACKOWIAK, J.C.S.; KNOTT, W.M.; HINKLE, R. Potato Growth and yield using nutrient filme technique (NFT). **American Potato of Journal**, v. 67, p. 177-187, 1990.

WU, J.; WANG, D.; ROSEN, C.J.; BAUER, M.E. Comparison of petiole nitrate concentrations, SPAD chlorophyll readings, and QuickBird satellite imagery in detecting nitrogen status of potato canopies. **Field Crops Research**, v. 101, n.1, p. 96-103, 2007.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo