

HEDER BRAUN

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE TUBÉRCULOS DE CULTIVARES
DE BATATA INFLUENCIADA POR 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
2007**

HEDER BRAUN

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE TUBÉRCULOS DE CULTIVARES
DE BATATA INFLUENCIADA POR 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: 20 de julho de 2007.

Prof. Paulo Roberto Cecon
(Co-Orientador)

Prof. Mário Puiatti

Prof. Fernando Luiz Finger
(Co-Orientador)

Pesq. José Francisco Teixeira do Amaral

Prof. Paulo Cezar Rezende Fontes
(Orientador)

A Deus, por mais esta etapa concluída.

A todos familiares, em especial aos meus pais Helmar Braun e Elma Kohlz Braun, pelo apoio, incentivo, confiança e presença em todos os passos desta caminhada.

A meus irmãos: Liamara, Helio e Hermes.

Dedico.

“Viva a cada dia como se a vida estivesse começando”

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e saúde que me concedeu durante esta caminhada.

À Universidade Federal de Viçosa e, em especial, ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade concedida para a realização do curso.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pelo bolsa oferecida durante o curso.

Ao professor Paulo Cezar Rezende Fontes, pelos ensinamentos, orientação, amizade, paciência, compreensão e pelo amadurecimento para a minha carreira profissional.

Aos professores Co-orientador Paulo Roberto Cecon e Fernando Luiz Finger, pela paciência, pelos conselhos e esclarecimentos.

Aos doutorandos Marialva, Marcelo Cleón e Marcelo Curitiba Espíndula, pela amizade, convivência e pelos auxílios fundamentais em todas as etapas deste trabalho.

Ao Grupo Nascente, na pessoa do Dr. Edson Asano pela doação de parte das batatas-semente utilizadas nos experimentos.

À doutoranda Ana Maria e aos doutores Daniel e Virginia de Souza Alvarez e demais alunos do Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita, pelas ajudas fundamentais durante todas as análises.

Ao mestre Camilo Busato, pela amizade e paciência durante esta caminhada.

A todos os colegas da Pós-graduação que também estudaram no CCA-UFES (Alegre – ES) e a todos os colegas do departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Aos funcionários do Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita, Geraldo e Sebastião, pelos auxílios nas análises.

Aos colegas de república, João Batista Zonta, João Henrique Zonta e Leandro Torres de Souza, pelos incentivos e companheirismo.

À secretária Mara e aos funcionários do Laboratório de Nutrição Mineral, Domingos e Itamar, pelo auxílio fundamental nas análises.

Aos funcionários da Horta Nova de Pesquisa do Departamento de Fitotecnia, em especial ao Paulo Márcio e Antônio Cesário, e demais funcionários, pela grande força e auxílio na condução dos experimentos no campo.

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em especial aos professores José Francisco Teixeira do Amaral, José Augusto Teixeira do Amaral, Julião Soares de Souza Lima e Edvaldo Fialho dos Reis, pela amizade, pela oportunidade de realizar o PIBIC, e pelos conselhos fundamentais para minha vida e formação profissional.

Aos colegas da república dos artistas, Rodrigo Santos, Paulo Cezar Cavatte, Raul Berger Neto, Murilo Antonio Pedroni, Senilo Santana da Silva, pelos bons momentos vividos em Alegre-ES.

OBRIGADO!

BIOGRAFIA

HEDER BRAUN, filho de Helmar Braun e Elma Kohlz Braun, nasceu na cidade de Itaguaçu, Espírito Santo, Brasil, no dia 27 de abril de 1981.

Em 1996, concluiu a 8ª série do 1º grau na “Escola de Primeiro e Segundo graus Eurico Salles”, em Itaguaçu – ES.

Em 1999, concluiu o 2º grau na “Escola Agrotécnica Federal de Colatina”, Colatina – ES, onde obteve o título de Técnico em Agropecuária.

Em maio de 2001, ingressou-se no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), no curso de Agronomia, que foi concluído em setembro de 2005.

Em maio de 2005, ingressou-se no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, em nível de mestrado, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa – MG, na área de Nutrição Mineral e Adubação de Plantas, vindo a defender dissertação em julho de 2007.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Área planta no Brasil.....	3
2.2 Nitrogênio no solo e na planta.....	3
2.3 Qualidade dos tubérculos	7
2.4 Descrição das cultivares estudadas.....	8
2.4.1 Ágata	9
2.4.2 Asterix.....	9
2.4.3 Atlantic.....	10
2.4.4 Monalisa.....	10
2.5 Distúrbio fisiológico nos tubérculos.....	11
2.6 Carboidratos solúveis e amido.....	12
2.7 Acúmulo dos nutrientes minerais pelos tubérculos	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Localização e caracterização da área dos experimentos.....	14
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	14
3.3 Instalação e condução dos experimentos no campo.....	15
3.4 Características avaliadas para cada cultivar.....	17
3.4.1 Produção classificada de tubérculos.....	17
3.4.2 Teor de massa seca dos tubérculos.....	18
3.4.3 Acúmulo de massa seca nos tubérculos.....	18
3.4.4 Esverdeamento dos tubérculos lavados e não lavados, avaliados pela escala de notas.....	18

3.4.5 Esverdeamento dos tubérculos lavados e não lavados, avaliados pela medidor SPAD-502.....	19
3.4.6 Número de gemas brotadas.....	20
3.4.7 Perda de massa fresca dos tubérculos, armazenados em temperatura ambiente e em câmara fria a 5 °C.....	20
3.4.8 pH na polpa de tubérculos.....	20
3.4.9 Acidez titulável nos tubérculos	21
3.4.10 Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) nos tubérculos	21
3.1.11 Coração oco.....	21
3.4.12 Teor de açúcares solúveis totais nos tubérculos.....	22
3.4.13 Teor de amido nos tubérculos.....	22
3.4.14 Teor de açúcares redutores nos tubérculos	23
3.4.15 Teor e acúmulo de nutrientes minerais nos tubérculos.....	23
4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	24
5. RESULTADOS.....	25
5.1 Número (NTU) e massa de tubérculos (MTU) comerciais por planta...	25
5.2 Teor de massa seca dos tubérculos.....	27
5.3 Acúmulo de massa seca nos tubérculos (g planta ⁻¹).....	28
5.4 Acúmulo de massa seca nos tubérculos (t ha ⁻¹)	29
5.5 Esverdeamento de tubérculos lavados, avaliado por escala de notas	30
5.6 Esverdeamento de tubérculos não lavados, avaliado por escala de notas	31
5.7 Esverdeamento de tubérculos lavados, quantificado pelo SPAD-502	32
5.8 Esverdeamento de tubérculos não lavados, quantificado pelo SPAD-502.....	33
5.9 Número de gemas brotadas nos tubérculos lavados e não lavados.....	34
5.10 Diferença percentual da massa fresca nos tubérculos, armazenados em local de temperatura ambiente	35
5.11 Diferença percentual da massa fresca nos tubérculos, armazenados em câmara fria a 5 °C.....	36
5.12 pH na polpa dos tubérculos.....	36
5.13 Acidez titulável nos tubérculos	37
5.14 Coração oco.....	37

5.15 Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) nos tubérculos.....	38
5.16 Teor de açúcares solúveis totais nos tubérculos	39
5.17 Teor de açúcares redutores nos tubérculos	40
5.18 Teor de amido nos tubérculos.....	41
5.19 Teor de nutrientes minerais nos tubérculos.....	41
5.20 Teor de N total nos tubérculos.....	42
5.21 Acúmulo de nutrientes minerais nos tubérculos.....	44
6. DISCUSSÃO.....	47
7. CONCLUSÕES.....	59
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
9. APÊNDICES.....	69

RESUMO

BRAUN, Heder, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Julho de 2007. **Qualidade pós-colheita de tubérculos de cultivares de batata influenciada por doses de nitrogênio.** Orientador: Paulo Cezar Rezende Fontes. Co-Orientadores: Fernando Luiz Finger, Paulo Roberto Cecon e Júlio Maria de Andrade Araújo.

O objetivo do presente trabalho foi determinar o efeito de doses de nitrogênio (N) sobre características relacionadas à qualidade pós-colheita de tubérculos de cultivares de batata. Foram realizados quatro experimentos, simultaneamente, no período de outono/inverno de 2006, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, de textura argilosa, na Universidade Federal de Viçosa. Em cada experimento, foi utilizada uma cultivar, Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, e foram avaliadas cinco doses de N: 0, 50, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹, aplicadas na forma de sulfato de amônio, em pré-plantio. Cada experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Após a colheita, os tubérculos comerciais ficaram expostos por duas horas sobre a superfície do solo para secagem da periderme. Em seguida, foram levados ao laboratório, onde foram classificados, contados e pesados. Nos tubérculos foram avaliados pH; acidez titulável; sólidos solúveis totais (°Brix); teores de açúcar solúvel total, açúcares redutores e amido; diferença percentual de massa fresca nos tubérculos armazenados em ambiente e câmara fria a 5 °C; esverdeamento medido por escala de notas e índice SPAD na periderme dos tubérculos lavados e não lavados; número de gemas brotadas em tubérculos não dormentes; e teor e acúmulo de massa seca e nutrientes nos tubérculos. Para todas as cultivares houve efeito de dose de N sobre o acúmulo de massa seca; esverdeamento de tubérculos lavados, quantificado pelo SPAD-502; teor de sólidos solúveis totais (°Brix); e teor de N total e acúmulo de N total, P e Mn. Não houve efeito de dose de N sobre o teor de massa seca e amido; pH; número de gemas brotadas nos tubérculos lavados e não lavados; incidência de coração oco;

teor de P, K, Ca, Mg, S, Fe e Zn; e acúmulo de Zn. Dependendo da cultivar, houve efeito de doses de N sobre as variáveis: número de tubérculos da classe II; massa de tubérculos da classe II e III; esverdeamento de tubérculo não lavado, quantificado pelo SPAD-502; esverdeamento de tubérculo lavado e não lavado, medido por escala de nota; diferença percentual de massa fresca de tubérculos armazenados em ambiente e câmara fria; acidez titulável; teores de açúcar solúvel total, açúcares redutores, Cu e Mn; e acúmulo de K, Ca, Mg, S, Cu e Fe nos tubérculos. O teor de N total na massa seca dos tubérculos foi 1,44; 1,63; 1,38 e 1,35 dag kg⁻¹ de N, propiciando o acúmulo de 87; 98; 123 e 64 kg ha⁻¹ de N com a dose de N que proporcionou a máxima produtividade comercial de tubérculo das cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente.

ABSTRACT

BRAUN, Heder, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2007. **Post-harvest quality of potato tuber cultivars as affected by nitrogen rates.** Adviser: Paulo Cezar Rezende Fontes. Co-advisers: Fernando Luiz Finger, Paulo Roberto Cecon and Júlio Maria de Andrade Araújo.

The objective of this work was to determine the effect of nitrogen (N) rates on characteristics related to tuber post-harvest quality of potato cultivars. Four experiments were set up in 2006 fall/winter period in the Federal University of Viçosa. The soil was a typic Hapludult soil. Ágata, Asterix, Atlantic and Monalisa cultivars were tested in each experiment, with 0, 50, 100, 200 and 300 kg ha⁻¹ of N as ammonium sulfate pre-planting applied. Each experiment was arranged in a randomized block design, with four repetitions. After harvest, the commercial tubers were left on the soil surface for two hours for periderm drying, then taken to the laboratory, classified, counted and weighed. Potato tubers were analyzed for: pH, titrable acidity, total soluble solids (°Brix), content of total soluble sugar, reducing sugars and starch, percent difference between fresh mass of tubers stored under ambient conditions and cold chamber at 5 °C; greening assessed by scoring scale and SPAD index on the periderm of washed and non-washed tubers; sprouted buds number in non dormant tubers; content and accumulation of dry mass and nutrients in tubers. For all cultivars, effect on dry mass accumulation; greening of washed

tubers determined by SPAD-502; content of total soluble solids (°Brix); of total N content and, accumulation of total N, P and Mn. There was no N effect on of dry mass and starch contents; pH; number of sprouted buds in washed and non-washed tubers, occurrence of hollow heart; P, K, Ca, Mg, S, Fe and Zn contents and Zn accumulation. Depending upon the cultivar, there was N rate effects on the following variables: class II tubers number; class II and III tuber mass; greening of non-washed tubers determined by SPAD-502; greening of washed and non-washed tubers assessed by scoring scale; percent difference between fresh mass of tubers stored under ambient conditions and cold chamber; titrable acidity; contents of total soluble sugar, reducing sugars, Cu and Mn; accumulation of K, Ca, Mg, S, Cu, and Fe in tubers. The total N content in tuber dry mass was 1.44, 1.63, 1.38 and 1.35 dag kg⁻¹ leading to the accumulation of 87, 98, 123 and 64 kg ha⁻¹ of N at the N rate associated with the maximum commercial tuber yield for Ágata, Asterix, Atlantic and Monalisa, respectively.

1. INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) pertence à família das Solanáceas, e é um dos alimentos mais consumidos no mundo. Chegou ao Brasil através de imigrantes europeus no século XVIII na Região Sul, em condições de clima favoráveis à sua produção. Em 2005, a produção mundial de batata alcançou 323.066.278 toneladas, com área plantada de 18.620.648 hectares, atingindo produtividade média de 17,35 t ha⁻¹ (Agriannual, 2007).

Cultivares brasileiras de batata, exceto a Baronesa no Rio Grande do Sul, são pouco plantadas. O mercado é abastecido por cultivares originárias da Holanda, Alemanha e Canadá, como Ágata, Asterix, Atlantic, Monalisa, entre dezenas de outras.

Apesar da grande importância da batata no Brasil e do desenvolvimento tecnológico porque passou toda a cadeia produtiva nos últimos anos, a comercialização da batata ainda tem sido realizada como no passado, em que os tubérculos são classificados exclusivamente pelo tamanho e pela aparência externa. Em países onde a batata é importante, além dessas características, os tubérculos são comercializados com a identificação da cultivar e de sua aptidão culinária.

No Brasil, tem aumentado o consumo da batata industrializada nas formas de fritas tipo “chips”, sendo que a cultivar Atlantic representa 80% da área destinada a esse fim (Melo, 1999).

O desenvolvimento da industrialização da batata, em especial para “palha” e “chips”, maior ramo de processamento do país, esbarra na baixa qualidade da matéria-prima e na inconstância do fornecimento por parte dos produtores. Isso ocorre, em parte, devido ao desconhecimento do assunto (Popp, 1994), pois é necessário apresentar produtos com os mesmos atributos de conveniência e qualidade da batata fresca (Berbari, 2005).

Tubérculos de batata que se destinam ao processamento industrial devem atender a alguns requisitos básicos, como teor de massa seca superior a 20%, baixo teor de açúcar redutor (< 0,2%) e ausência de defeitos para que seja possível obter, na indústria, produtos de qualidade a preços competitivos (Popp, 2000). Essas características, bem como a composição físico-química dos tubérculos da batata, podem variar em função de fatores como condições climáticas, práticas culturais, tipo de solo, cultivar, estágio de maturação, armazenamento, disponibilidade de nutrientes, dentre os quais o N.

O N é o nutriente que, normalmente, mais limita o desenvolvimento, a produtividade e a biomassa da maioria das culturas (Lopes et al., 2004), mas também a qualidade pós-colheita dos tubérculos (Westermann et al., 1994), sendo, ainda, o nutriente absorvido em quantidades elevadas pela maioria das culturas. São escassas as pesquisas mostrando o efeito de doses de N sobre a qualidade pós-colheita dos tubérculos de cultivares de batata, nas condições brasileiras. Por isso, objetivou-se determinar o efeito de doses de nitrogênio sobre características relacionadas à qualidade pós-colheita de tubérculos de cultivares de batata.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Área plantada no Brasil

A cultura da batata é considerada, em termos mundiais, a terceira fonte de alimento para a humanidade, sendo suplantada somente pelo arroz e pelo trigo, porque o milho é mais utilizado em nutrição animal.

O Brasil, no ano de 2004, produziu 3,047 milhões de toneladas em 142,8 mil hectares, com produtividade média de $21,3 \text{ t ha}^{-1}$, tendo como maiores produtores os Estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (IBGE, 2005). Em 2006, a produção brasileira de batata foi de 3.118.810 toneladas, com área plantada de 140,754 mil hectares, atingindo produtividade de $22,15 \text{ t ha}^{-1}$. A região Sudeste destacou-se com produtividade média de $24,71 \text{ t ha}^{-1}$, e a região Sul, com média de $16,67 \text{ t ha}^{-1}$. Dentre os estados da região Sudeste, Minas Gerais apresentou produtividade de $26,60 \text{ t ha}^{-1}$, São Paulo, $22,66 \text{ t ha}^{-1}$ e Espírito Santo, $15,21 \text{ t ha}^{-1}$. Dentre os estados da região Sul, o Paraná apresentou maior produtividade: $20,00 \text{ t ha}^{-1}$ (Agrianual, 2007).

2.2 Nitrogênio no solo e na planta

O N é importante elemento envolvido na síntese protéica e de compostos, como clorofila, enzima, hormônio e vitamina, além de possuir elevada redistribuição via floema (Marschner, 1995).

O N é precursor de aminoácidos que estão associados com a susceptibilidade ou resistência das plantas às doenças, pois influi no metabolismo da planta/patógeno. Em excesso, o N pode favorecer o desenvolvimento de alguns patógenos, devido à maior suculência dos tecidos, retardar a maturação e prolongar a duração do período vegetativo, associado ao fato de que, em certas cultivares, o N pode aumentar a produção de massa da parte aérea, sem que ocorra conversão para a produção de tubérculos, devido à ineficiência da relação fonte/dreno (Bedendo, 1995). A falta ou excesso de N pode influir sobre o crescimento secundário e a formação de coração oco em tubérculos de batata (Burton, 1981).

A maioria dos solos brasileiros apresenta limitada liberação de N ao longo do ciclo das culturas. Essa baixa disponibilidade é explicada pelo fato de que, aproximadamente, 95% do N do solo está na forma orgânica (não disponível), sendo pequena parte mineralizada pela microbiota do solo durante o ciclo de determinada cultura. O N-orgânico, pelo processo de mineralização, resulta na formação de NH_4^+ e NO_3^- . A taxa na qual o N-orgânico é convertido a amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-) é definida como taxa de mineralização, sendo representada pela quantidade de N-inorgânico liberada pela ação da microbiota em um determinado tempo. O N-orgânico é constituído por formas prontamente mineralizáveis e por formas mais estáveis, de difícil mineralização, e as taxas anuais de mineralização variam de 10% a menos de 0,6% (Hebert, 1982).

A quantidade de N-inorgânico no solo é de difícil aferição na prática, pois o ganho líquido de N-inorgânico é governado pela relação $\Delta\text{Ni} = \text{N-orgânico mineralizado} - (\text{N}_a + \text{N}_p + \text{N}_l + \text{N}_d)$, em que N_a , N_p , N_l e N_d representam o N assimilado pela microbiota, removido pelas plantas, perdido por lixiviação e desnitrificação, respectivamente Paul & Clark (1996), citados por Poletto (2004). Portanto, a presença de nitrogênio inorgânico no solo é importante fator em termos de produção agrícola e qualidade ambiental. Quase sempre nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pelas culturas e, por estar no solo predominantemente em forma solúvel (N- NO_3^-), pode ser facilmente transportado para reservatórios superficiais ou subsuperficiais de água, causando problemas ambientais como a eutroficação.

A mineralização é um processo biológico influenciado por vários fatores, tais como a forma orgânica em que o N se encontra, as características químicas do solo e as condições do ambiente do solo.

Altas produtividades requerem, portanto, o uso de elevadas doses de fertilizantes nitrogenados, o que aumenta o risco de poluição ambiental, especialmente em condições de intensa precipitação. Devido à rápida transformação e à mobilidade do N no solo, a análise do teor de N no solo tem sido pouco usada no mundo como base para a recomendação do programa de fertilização nitrogenada (Fontes, 2005). A grande mobilidade do N no perfil do solo e a grande quantidade aplicada resultam, quase sempre, em baixa eficiência na fertilização, exigindo medidas de manejo do N (Guimarães, 1998).

Entre as deficiências nutricionais que ocorrem nas culturas, a de N é a mais freqüente. Além disso, em condições adversas, principalmente as relacionadas ao teor de matéria orgânica, umidade e textura do solo, época e método de aplicação do fertilizante, o N é o nutriente que se perde por lixiviação, volatilização e desnitrificação no solo. Como decorrência disso, a eficiência de sua utilização pelas plantas é baixa, menos que 50% (Fageria & Baligar, 2005). É, pois, fundamental que se saiba quanto e quando N deve ser aplicado ao solo.

O desenvolvimento da planta de batateira e o crescimento dos tubérculos estão diretamente relacionados com a disponibilidade de N no solo, o qual, raramente, contém quantidade suficiente de N, havendo a necessidade de complementação pela aplicação de fertilizante nitrogenado, em dose apropriada (Gil, 2001).

Há escassez de informação sobre o fluxo de N em tubérculos de batata durante o armazenamento, sendo esta informação comercialmente importante devido ao envolvimento de aminoácidos nas reações de escurecimento em batatas processadas (Brierley et al., 1997). Há poucos trabalhos relacionando o efeito da adubação nitrogenada e os aspectos pós-colheita dos tubérculos de batata, especialmente no Brasil.

A batata extrai grande quantidade de N do solo (Nunes et al., 2006). O NO_3^- e o NH_4^+ são as principais fontes de N absorvidas pela planta, que precisa manter o balanço iônico interno. Para tal, ela excreta prótons ou hidroxilas que modificam, diferentemente, o pH da rizosfera, implicando na disponibilidade diferenciada de diversos íons, principalmente os micronutrientes, dependendo da fonte absorvida, NH_4^+ ou NO_3^- . Para ser incorporado em compostos orgânicos e realizar as funções essenciais como nutriente da planta, o NO_3^- tem

que ser reduzido a NH_4^+ . Em geral, quando o fornecimento de nitrato externo é em baixa concentração, alta proporção do íon é reduzida nas raízes; à medida que o suprimento aumenta, maior proporção do NO_3^- absorvido é translocado via xilema para a parte aérea, onde é assimilado ou armazenado nos vacúolos (Marschner, 1995).

Na planta, a conversão de NO_3^- em NH_4^+ ocorre em duas etapas, por meio de uma redução que requer oito elétrons. O N passa do estado de oxidação (+5) para (-3). Inicialmente, ocorre no citosol a redução do NO_3^- a nitrito (NO_2^-) com o uso de dois elétrons, transferidos das coenzimas NADPH ou NADH, catalisadas pela enzima nitrato redutase (NR). Em seguida, o NO_2^- é transportado para os cloroplastos nos tecidos fotossintetizantes ou para os plastídeos nas raízes, sendo então reduzido a NH_4^+ , por meio da enzima nitrito redutase (NiR), com transferência de seis elétrons doados pela ferredoxina reduzida (Fernandes, 2006). O NO_3^- também pode ser acumulado no vacúolo ou exportado para outras partes da planta. O transporte para as folhas ocorre via xilema, embora a redistribuição a partir das folhas para outros órgãos ocorra predominantemente na forma de aminoácidos, via floema.

A maior parte do amônio absorvido tem que ser rapidamente incorporada em compostos orgânicos nas raízes, devido à sua toxicidade (Engels e Marschner, 1995). A enzima Glutamina sintetase (GS) incorpora NH_4^+ , formando glutamina, por meio da ligação do NH_4^+ ao grupo carboxílico do glutamato, usando energia fornecida pelo ATP. Nas plantas, existe a glutamato sintase (GOGAT) que pode utilizar NADH ou ferredoxina (Fd) como doadores de elétrons. Ambas as isoformas promovem a transferência redutiva do grupo amida da glutamina para o 2-oxoglutarato, produzindo duas moléculas de glutamato (Fernandes, 2006). Uma vez assimilado em glutamina e glutamato, o nitrogênio é incorporado em outros aminoácidos por meio de reações de transaminação. As enzimas que catalisam tais reações são conhecidas como aminotransferases ou transaminases. Os compostos nitrogenados formados são liberados para o xilema e transportados para a parte aérea onde são rapidamente metabolizados (Taiz & Zeiger, 2004).

O excesso de N pode prolongar o período de tuberização da cultura, o que implica na produção de tubérculos com diferentes idades fisiológicas (Oliveira et al., 2006). Ao serem colhidos, os tubérculos podem apresentar diferentes graus de maturidade, com baixa gravidade específica naqueles ainda imaturos. Talvez isso

seja mais acentuado em locais onde o ciclo da cultura é maior do que na região Sudeste e sejam analisados tubérculos de menor diâmetro. Tais tubérculos, quando submetidos à fritura, apresentam coloração mais escura do que tubérculos colhidos maduros (Brierley et al., 1997).

2.3 Qualidade dos tubérculos

A batata deve ser colhida quando a parte aérea estiver completamente seca e os tubérculos com a película firme, geralmente 10 a 14 dias após a morte da parte aérea da planta. As operações de colheita e manuseio do material devem ser efetuadas visando evitar o ferimento dos tubérculos, para impedir a manifestação de podridões (Burton, 1989) e obter tubérculos com características desejadas pelo mercado.

As características exigidas pelo mercado de batata no Brasil estão passando por transformações nos quesitos estrutura de comercialização, qualidade “in natura” e qualidade industrial. O mercado tende a induzir os produtores à produção de tubérculos com qualidades tecnológicas superiores e ao direcionamento das vendas, feitas de forma direta, a grandes redes de supermercados e à indústria processadora.

O genótipo é fator que exerce forte influência sobre a qualidade dos tubérculos, como gravidade específica, defeitos internos, coloração do “chips” e teor de açúcares (Long et al., 2004).

As características varietais influem na qualidade do “chips”, como no seu tamanho, ausência de defeitos internos e externos, teor de sólidos solúveis totais, sua uniformidade e coloração (Hayes & Thill, 2003), teores de massa seca e de açúcares redutores, as quais têm grande importância, por serem atributos responsáveis pelo rendimento e qualidade do produto processado, determinando a absorção de gordura durante a fritura, a textura e o sabor do produto após processamento (Silva, 1991; Capezio et al., 1992; 1993).

Tubérculo de batata com alto teor de massa seca (MS) pode ser estocado por mais tempo, devido ao menor teor de açúcar nos tubérculos, quando comparados a outros tubérculos com baixo teor de MS (Smith, 1977). Segundo Cacace et al. (1994), as cultivares de batata podem assim ser agrupadas, em função do teor de MS: alto teor de MS (superior a 20%); teor intermediário (18 a 19,9%) e baixo teor de MS (inferior a 17,9%). Oliveira et al. (2006), trabalhando com a cultivar de batata Asterix, na região do RS, relataram que o N pode reduzir o teor de massa seca, porém não afeta a coloração dos “chips” dos tubérculos da cultivar Asterix destinados ao processamento. Freitas et al. (2006) relataram que as condições de cultivo de primavera e outono não afetaram o teor de massa seca, e as de outono reduziram o teor de amido de todos os clones avaliados.

A aplicação de altas doses de N na batateira pode induzir menor teor de MS, e maiores teores de açúcares redutores e de proteínas nos tubérculos, particularmente quando a fonte for nitratos e, principalmente, quando a dessecação da parte aérea for efetuada antes da maturação dos tubérculos (Zaag, 1986). Freire et al. (1981) citam que o excesso de N diminui o teor de amido dos tubérculos.

A alta dose de N torna as plantas mais suscetíveis ao crescimento secundário dos tubérculos, o que favorece a ocorrência de danos mecânicos por ocasião da colheita. Tal crescimento secundário é conhecido como embonecamento (Mallmann, 2001). Além do teor de massa seca dos tubérculos, a falta ou excesso de N pode influenciar a ocorrência de crescimento secundário, assim a falta de N pode levar a ocorrência de coração oco (Burton, 1989).

O excesso de N, no início do verão, pode atrasar a maturidade dos tubérculos, reduzir a senescência das folhas e afetar a qualidade e o armazenamento dos tubérculos (Bélanger, 2002). Esta última característica é importante para cultivares de batata utilizada para frituras. O teor de sólidos solúveis aumenta com a maturação, o que denota a importância de não haver a redução do ciclo da cultura por efeito de doenças (Heemst, 1986). Batatas com alto teor de sólidos produzem fatias de melhor textura e paladar, além de serem menos oleosas (Pereira, 1987).

Uma alta temperatura sobre as plantas, por sete dias, é suficiente para induzir o crescimento secundário, pois a tuberização cessa sob temperatura elevada. Com o decréscimo da temperatura, as plantas retornam à condição de tuberização (Feltran, 2002).

Determinadas cultivares de batata, após a cocção, têm os tubérculos escurecidos, o que é repudiado pelos consumidores. Esse escurecimento é causado pela oxidação do ácido ferri-clorogênico, após fritura ou cozimento. A severidade do escurecimento depende da proporção de ácido clorogênico e do teor de ácido cítrico nos tubérculos, controlada geneticamente e influenciada pelo ambiente (Wang-Pruski & Nowak, 2004).

2.4 Descrição das cultivares estudadas

Na região Sudeste, do plantio ao completo secamento da parte aérea, o ciclo da batateira está em torno de 110 dias. A colheita é única e ocorre entre 70 a 100 dias após a emergência da planta, ou seja, 90 a 130 dias após o plantio, dependendo de temperatura; época do ano; densidade de plantio; idade fisiológica e

qualidade sanitária do tubérculo plantado; umidade e sanidade do solo durante o ciclo da cultura; e fertilização nitrogenada (Fontes, 2005).

2.4.1 Ágata

A cultivar Ágata foi originada do cruzamento entre Böhm 52/72 e Sirco e lançada na Holanda em 1990 (Melo et al., 2003). Possui maturação de precoce a muito precoce, propicia alto rendimento ($t\ ha^{-1}$), tubérculos com teor muito baixo de massa seca, qualidade consistente e não apresenta mudança de cor da polpa dos tubérculos após cozimento. Esta cultivar possui susceptibilidade à fitóftora, pouco susceptível ao vírus Yn, imune ao cancro e resistente ao patógeno tipo A da *Globodera rostochiensis* (nematóide dourado). As plantas apresentam cor verde pronunciada e hastes finas e moderadamente finas, que se espalham sobre o chão; folhas relativamente grandes, de silhueta fechada e de cor verde clara; folíolos grandes a muito grandes e largos com nervuras superficiais; baixa floração, com inflorescências pequenas e flores brancas. Os tubérculos são ovais; casca amarela e predominantemente lisa, polpa de cor amarelo-claro; olhos superficiais (ABBA, 2007). Segundo ABBA (2007) a cultivar Ágata é responsável por cerca de 70% da produção nacional.

2.4.2 Asterix

Cultivar originária da Holanda, B.V. deZePC 9 (Cardinal x SPVPe 709). A planta é de porte alto, com 3 a 5 hastes eretas, folhas médias a grandes, de cor verde-escuro, alto vigor e com boa cobertura do solo, sendo de ciclo médio (NIVAA, 1997).

Esta cultivar é semi-tardia, com rendimento elevado, imune ao coração oco, possui resistência ao nematóide dourado e ao cancro (verruga) e à doença no tubérculo; resistência moderada à requeima das folhas e à sarna comum; e boa resistência ao crescimento secundário e aos danos mecânicos, ao *Fusarium* e aos vírus A, X e Y. Os tubérculos apresentam pele vermelha (no plantio em épocas quentes, a pele clareia, ficando rosada); formato oval-alongado; possuem gemas muito superficiais, bastante resistentes ao esverdeamento; polpa amarela; alto teor de massa seca; qualidade excelente para fritura; é bastante resistente à conservação pós-colheita; e seu período de dormência varia de pequeno a

moderado (ABBA, 2007). Sob estresse hídrico, térmico e nutricional, a cultivar apresenta desuniformidade na formação do tubérculo. O teor de MS é de médio a alto, e é indicada para fritura em palitos e para salada (NIVAA, 1997).

2.4.3 Atlantic

Cultivar desenvolvida pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), que se originou do cruzamento da cv. B5141-6 (Lenape) com a cv. Wauseon e foi lançada em 1976, em Beltsville, Maryland (Melo, 1999).

Possui maturação meio tardia, alto rendimento, e teor de massa seca com boa qualidade para o processamento na forma de fritas (“chips”). É muito susceptível à requeima, ao vírus Y e à murchadeira e pouco susceptível à sarna comum. Com relação a qualidades morfológicas, as plantas possuem porte médio a alto; hábito vertical; hastes vigorosas; e flores roxas; e os tubérculos apresentam formato oval-arredondado; película branca, meio áspera; gemas e inserção de estolho meio profundo; e polpa branca (ABBA, 2007). Segundo Melo (1999), a Atlantic tem potencial mediano de produção, com alta porcentagem de tubérculos graúdos, é sensível à formação de coração oco, mancha chocolate e mancha ferruginosa.

No Brasil, a cultivar Atlantic destaca-se para a industrialização e responde por cerca de 80% do mercado nacional formal de batata do tipo “chips”. Por ser uma das poucas cultivares adaptadas a essa finalidade e por apresentar elevada capacidade de produção, é também a cultivar mais plantada nos Estados Unidos para este fim (NIVAA, 1997).

2.4.4 Monalisa

Cultivar originada do cruzamento entre Bierna A1-287 x Colmo, de origem holandesa (Pereira et al., 2003). A planta, que mais tarde cobre o solo, apresenta maturação precoce; tubérculos grandes, de forma alongada; gemas superficiais; é resistente ao esverdeamento; possui baixo teor de massa seca; qualidade pós-colheita bastante consistente; e cor firme quando cozida; também apresenta desenvolvimento das folhas pouco lento; é bastante suscetível à fitóftora nos tubérculos; muito pouco suscetível ao vírus Yn; e pouco suscetível ao vírus do enrolamento; e é, também, imune ao vírus A (ABBA, 2007).

2.5. Distúrbios fisiológicos nos tubérculos

As principais anomalias nos tubérculos são rachadura, crescimento secundário, esverdeamento e coração oco. Os distúrbios “crescimento secundário” e “rachadura” ocorrem no campo, durante o período de crescimento dos tubérculos e são considerados defeitos graves, que acarreta o descarte dos tubérculos. Estas anomalias têm sido associadas a alterações térmicas e hídricas do ambiente. A temperatura pode modificar o equilíbrio fonte-dreno na planta de batata, sendo que, sob condições de alta temperatura ou déficit hídrico, o processo de tuberização é interrompido alterando o metabolismo da planta, que passa a ter o crescimento rápido de hastes e folhas. Com o decréscimo da temperatura, a planta de batata retoma o processo de tuberização, porém o acúmulo de carboidratos ocorre nos pontos em que a divisão celular está mais ativa, ou seja, no meristema, o que resulta crescimento secundário (Hiller et al., 1985).

O coração oco, caracterizado por cavidade interna, é causado pelo crescimento demasiadamente rápido dos tubérculos, em muitos casos com formato de estrela. O crescimento rápido da parte externa do tubérculo, não acompanhado por igual crescimento interno, acarreta o aparecimento do distúrbio, que pode ocorrer em solos excessivamente férteis (Lima, 1985; Burton, 1989) ou por aplicações contínuas de pesadas irrigações (Lima, 1985).

A ocorrência de rachaduras resulta de alterações rápidas no teor de umidade do solo. Após o período de déficit hídrico, com precipitação pluvial que leva à excedente hídrico, há aumento da absorção de água pela planta de batata, modificando a turgidez dos tubérculos; a rápida hidratação dos tecidos aumenta a pressão interna, que supera a resistência da periderme. Dessa forma, o excesso de pressão provoca o rompimento dos tecidos das camadas da periderme, o que provoca rachadura nos tubérculos (Hiller et al., 1985).

O desenvolvimento da cor verde nos tubérculos (esverdeamento) é influenciado pelo estágio de maturidade destes, pela intensidade de luz, pela temperatura e pela cultivar. Tubérculos imaturos são mais suscetíveis ao esverdeamento que os maduros (Yamagushi et al., 1960). A ocorrência do esverdeamento em campo ocorre quando os tubérculos estão próximos à superfície do solo ou quando os procedimentos de amontoa não foram eficientes (Finger & Fontes, 1999).

2.6 Carboidratos solúveis e amido

As dificuldades no ambiente doméstico, quanto ao armazenamento, descascamento, fritura ou cozimento têm levado alguns países a aumentar a industrialização da batata. O armazenamento dos tubérculos à baixa temperatura é realizado para inibir a brotação, reduzir a infecção por microrganismos e diminuir a perda de massa fresca (Isherwood, 1973; Burton, 1982). Todavia, tubérculo armazenado em temperatura abaixo de 8 °C acumula alto teor de açúcares e, ao ser processado, por fritura, ocorre a formação de produtos de coloração escura, resultado da reação entre o grupamento carbonila do açúcar redutor (glicose e frutose) e do grupo amino de aminoácidos, peptídeos ou proteínas (reação de Maillard – escurecimento não enzimático), depreciando ou, até, em alguns casos, impedindo a comercialização do produto (Richardson et al., 1990). Segundo Burton (1989), quando a temperatura é inferior a 8 °C, ocorre incremento nos níveis de açúcares solúveis totais, em especial os açúcares redutores, que leva a um escurecimento nos produtos processados, diminuindo, assim, sua aceitabilidade e valor econômico, e, conseqüentemente, tornando os tubérculos impróprios à fritura. Nessa situação de alta temperatura da fritura, a glicose e a frutose podem reagir com os aminoácidos (reação de Maillard), resultando num produto de coloração escura e sabor amargo, de baixas qualidade e aceitação comercial. No Brasil, não é realizado, em escala comercial, o armazenamento controlado da batata para consumo sob baixas temperaturas em virtude de condições econômicas, logísticas e de infra-estrutura inadequada (Pereira & Campos, 1999) e pelas condições climáticas que permitem colheitas ao longo do ano. No Brasil, o teor de amido varia não somente em função da época de colheita, mas também da variedade e da idade da planta (Cereda et al., 2003).

Dependendo da espécie, do grau de maturação e do tempo de armazenamento, os teores de açúcares e de amido variam pela ocorrência de hidrólises químicas e, ou enzimáticas, aumentando as quantidades de açúcares e reduzindo as quantidades de amido. O amido é a principal substância de reserva nas plantas superiores, que fornece de 70 a 80% das calorias consumidas pelo homem. Os depósitos permanentes de amido nas plantas ocorrem nos órgãos de reserva, como é o caso de grãos em cereais e de tubérculos de batata (Leonel & Cereda, 2002).

2.7 Acúmulo dos nutrientes minerais pelos tubérculos

Os nutrientes minerais são componentes da fração sólida dos tecidos vegetais. Nos tubérculos de batata, variam em função de diversos fatores, entre os quais o programa de adubação e de cultivares (Bregagnoli, 2006).

Existem variações expressivas nas quantidades exportadas de nutrientes, pelo fato de as quantidades de nutrientes acumuladas serem dependentes da massa seca nos tubérculos produzidos e dos teores de nutrientes na massa seca nos tubérculos, os quais são dependentes das condições edafoclimáticas e gerencias da cultura, além da interação genótipo x ambiente (Fontes, 2005). A produção de MS fornece boa aproximação do acúmulo de nutrientes nos tubérculos, e os fatores associados à essa produção são: práticas culturais; maturidade dos tubérculos; disponibilidade hídrica; eficiência fotossintética; e adubação (Pereira, 1987; Fageria et al., 1997).

A disponibilidade de N influencia a quantidade de massa seca produzida pelos tubérculos, isto é, há aumento na produção de MS por unidade de área com aumento na dose de N (Meyer & Marcum, 1998; Errebhi, 1998). Todavia, quantidades excessivas de N podem estimular o crescimento vegetativo e atrasar a formação e a maturação dos tubérculos (Harris, 1992, citado por Yorinori, 2003).

Dos nutrientes acumulados pela batateira, cerca de 80-94% de P, 68-74% do N, 32,5-57,8% do S, 25,5% do Mg, 19-20% do K e 2,8-3,6% do Ca são exportados pelos tubérculos (Malavolta & Dantas, 1980). A quantidade de nutrientes minerais presente, tanto na parte aérea quanto nos tubérculos, pode fornecer estimativa do requerimento nutricional para a cultura da batata. De maneira geral, uma tonelada de tubérculos retira do solo cerca de: 3.120 g de N; 577 g de P; 4.440 g de K; 135 g de Ca; 175 g de Mg; 350 g de S; e 230 g de Na (Fontes, 1997).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DOS EXPERIMENTOS

Os experimentos foram conduzidos na Horta de Pesquisas do Departamento de Fitotecnia (DFT) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), e realizado na época de outono/inverno (março a julho de 2006).

O solo utilizado para a condução dos experimentos foi um Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico (Embrapa, 1999), e suas características químicas, físicas e mineralógicas foram determinadas pela análise de amostras das camadas de 0-20 cm de profundidade, realizada antes da instalação dos experimentos (Tabela 1).

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Foram instalados, simultaneamente, quatro experimentos no campo. Cada um correspondendo a uma cultivar de batata (*Solanum tuberosum* L.): Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente. Cada experimento consistiu de cinco doses de N aplicadas em pré-plantio (0, 50, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de N), foi usado também sulfato de amônio. Os experimentos foram instalados no delineamento, em blocos casualizados, com quatro repetições.

Cada parcela foi constituída de quatro fileiras, com sete plantas cada, espaçadas de 0,75 m entre fileiras e 0,25 m entre plantas, com dimensão de 3,0 m x 1,5 m, totalizando 28 plantas por parcela e ocupando uma área de 5,25 m². As duas fileiras laterais e as duas plantas das extremidades das fileiras centrais serviram como bordadura.

Tabela 1: Características químicas e físicas da camada do solo de 0-20 cm de profundidade, antes da instalação dos experimentos com as quatro cultivares de batata.

Características químicas	Cultivares			
	Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
pH em água – 1:2,5	6,3	6,6	6,4	5,8
N-NO ₃ ⁻ (mg kg ⁻¹) ¹	3,80	5,14	3,90	5,55
Matéria orgânica (MO) (dag kg ⁻¹) ²	2,60	3,29	2,47	2,60
P (mg dm ⁻³) ³	60,0	94,7	73,7	35,4
K (mg dm ⁻³) ³	190	147	210	163
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) ⁴	4,3	5,1	4,8	3,5
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) ⁴	0,8	0,9	0,7	0,8
Acidez trocável (Al ³⁺) (cmol _c dm ⁻³) ⁴	0,0	0,0	0,0	0,0
Acidez potencial (H + Al) (cmol _c dm ⁻³) ⁵	3,47	2,31	3,14	4,95
Soma de bases (SB) (cmol _c dm ⁻³)	5,59	6,38	6,04	4,72
CTC efetiva (t) (cmol _c dm ⁻³)	5,59	6,38	6,04	4,72
CTC a pH 7,0 (T) (cmol _c dm ⁻³)	9,06	8,69	9,18	9,67
Saturação por bases (V) (%)	62	73	66	49
Características físicas⁶				
Areia grossa (dag kg ⁻¹)	----- 5 -----			
Areia fina (dag kg ⁻¹)	----- 23 -----			
Silte (dag kg ⁻¹)	----- 25 -----			
Argila (dag kg ⁻¹)	----- 47 -----			
Classificação textural	----- Argiloso -----			

¹ Extrator KCl 1 mol L⁻¹; ² MO = C.Org x 1,724 – Walkley-Black; ³ Extrator Mehlich 1; ⁴ Extrator KCl 1 mol.L⁻¹; ⁵ Extrator Acetato de cálcio 0,5 mol.L⁻¹ pH 7,0; ⁶ Método da “pipeta” (Embrapa, 1999).

3.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS NO CAMPO

Anteriormente à instalação dos experimentos, a área foi submetida a dois plantios sucessivos de milho, sem utilização de adubo nitrogenado, com o objetivo de reduzir o N disponível no solo. As plantas de milho foram cortadas mecanicamente e retiradas da área. Após a retirada do milho, foi efetuada a amostragem do solo para determinar a necessidade de calagem e caracterização química e física. Em seguida, realizou-se aração profunda do solo, com arado de aiveca, e duas passagens de grade niveladora, com posterior sulcamento.

Três dias antes do plantio, realizou-se a aplicação da adubação de pré-plantio. As quantidades de fertilizantes aplicadas por hectare, no sulco de plantio, foram:

1.800 kg de superfosfato simples; 384 kg de cloreto de potássio; 200 kg de sulfato de magnésio; 10 kg de bórax; 10 kg de sulfato de zinco; 10 kg de sulfato de cobre e 0,5 kg de molibdato de sódio e sulfato de amônio nas doses de N pré-definidas. Todos os adubos foram aplicados no sulco de plantio e misturados ao solo. Além dos adubos, foi feita aplicação do inseticida Carbofuran, no sulco.

O plantio das quatro cultivares, no espaçamento de 0,25 m entre tubérculos, foi realizado a três de abril de 2006. Foram utilizadas batatas-semente filhas de caixa, com massa média de 70 g, previamente brotadas, cedidas pelo Grupo Nascente, exceto as da cultivar Monalisa, que foram obtidas de experimento anterior. A emergência das plantas se iniciou a 11 de abril de 2006 e foi considerada completa quando 90% das plantas estavam com pelo menos uma haste emergida, o que ocorreu aos 12, 15, 17, e 15 dias após o plantio, para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente.

Imediatamente após o plantio e a irrigação, foi aplicado sobre o solo $0,6 \text{ kg ha}^{-1}$ do ingrediente ativo do herbicida Lexone (Metribuzin). Foram realizados controle complementar de plantas daninhas e pulverizações contra pragas (Decis, Tamaron) e doenças (Curzate, Daconil, Frowncide, Oxicloreto de cobre), de acordo com a necessidade da cultura (Andrei, 2005). A amontoa foi efetuada 22 dias após a emergência (DAE).

As irrigações foram realizadas por aspersão convencional, no período da manhã, seguindo-se o procedimento adotado por Nunes (2004). O solo foi mantido com umidade próxima à capacidade de campo, com suspensão da irrigação uma semana antes da colheita. A água utilizada na irrigação possuía $0,48 \text{ mg L}^{-1}$ de N-NO_3^- e $0,14 \text{ mg L}^{-1}$ de N-NH_4^+ .

Na Tabela 2, estão apresentados os dados climáticos mensais referentes ao período em que os experimentos permaneceram no campo. Nesta época do ano, o volume de chuva é pouco significativo e, segundo Nunes (2004), são necessários cerca de 380-440 mm de água de irrigação.

Tabela 2: Valores médios mensais de temperaturas máxima e mínima média do ar, de umidade relativa do ar e precipitação pluvial, registradas no período de condução dos experimentos.

Mês de observação	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Umidade relativa (%)	Precipitação (mm)
Abril/2006¹	26,7	16,9	91	55,50
Mai/2006	25,0	13,0	92	6,40
Junho/2006	24,0	11,0	89	21,00
Julho/2006²	24,0	10,0	89	0,00

¹ Período de 03 a 30 de abril de 2006.

² Período de 01 a 20 de julho de 2006.

3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS PARA CADA CULTIVAR

3.4.1 Produção classificada de tubérculos

A colheita dos experimentos ocorreu aos 88, 92, 91 e 84 dias após a emergência, quando as ramas estavam completamente secas, para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente. As plantas foram colhidas, e os tubérculos da área útil de cada parcela foram retirados do solo. Estes permaneceram sobre o solo por duas horas para secagem da periderme ou perda de água superficial e, posteriormente, foram levados para o galpão do Departamento de Fitotecnia, local onde foram classificados em comercial e não-comercial; os tubérculos foram classificados nas classes I, II e III, de acordo com o diâmetro transversal, seguindo-se a portaria 69, publicada no DOU de 23/02/1995, em que a classe I apresenta diâmetro $\geq 8,5$ cm; a classe II $> 4,5 < 8,5$ cm; a classe III $> 3,3 < 4,5$ cm; e a classe 4: $\leq 3,3$ cm.

Os tubérculos com defeitos graves e os menores que 3,3 cm foram classificados como não-comerciais. Após a classificação, foram avaliados o número e a massa de tubérculos em cada classe. A produção comercial foi obtida com a soma das classes I, II e III Os tubérculos não-comerciais foram considerados aqueles pertencentes à classe 4.

3.4.2 Teor de massa seca nos tubérculos (TMS %)

As amostras de tubérculos das classes II e III foram pesadas e, posteriormente, colocadas em estufa a 70 °C, até atingirem massa constante. O teor de massa seca foi calculado por:

$$TMS = \left(\frac{MS}{MF}\right) * 100$$

Em que:

TMS = teor de massa seca: %;

MS = massa seca dos tubérculos: g;

MF = massa fresca dos tubérculos: g.

3.4.3 Acúmulo de massa seca (MS) nos tubérculos

Para a obtenção do acúmulo de MS nos tubérculos, expresso em g planta⁻¹ e t ha⁻¹, foi multiplicado TMS pela produtividade em g planta⁻¹ e t ha⁻¹, respectivamente.

3.4.4 Esverdeamento dos tubérculos lavados e não lavados, avaliados pela escala de notas

Após a colheita, amostras dos tubérculos comerciais colhidos em cada parcela experimental foram separadas em dois lotes com 3 tubérculos cada; sendo lavado apenas um dos lotes. Dos tubérculos não lavados foi retirado todo o excesso de terra. Os dois lotes foram colocados em bandejas de isopor, que foram expostas a ambiente com luz natural e suplementadas por quatro lâmpadas fluorescentes de 60 W cada, colocadas cerca de 3 m acima dos tubérculos. A intensidade de luz durante o experimento foi medida diariamente com luxímetro, em três horários, às 8h, às 13h e às 16h e 30min, em cinco pontos do laboratório onde foi instalado o experimento (Tabela 3).

Tabela 3: Valores médios e desvio padrão da intensidade de luz (lux) em cinco locais (C1 a C5) do laboratório, às 8h (•), às 13h (▲) e às 17 h (Δ), durante o período de exposição à luz para avaliar o esverdeamento dos tubérculos.

C1	C2
• 259,84 ± 59,78	• 241,72 ± 65,05
▲ 251,82 ± 56,20	▲ 252,95 ± 55,76
Δ 240,22 ± 60,74	Δ 237,72 ± 60,35
C5	
• 254,08 ± 62,48	
▲ 243,46 ± 43,63	
Δ 248,72 ± 60,61	
C3	C4
• 257,28 ± 55,82	• 239,36 ± 63,48
▲ 265,4 ± 40,97	▲ 241,98 ± 59,10
Δ 241,8 ± 58,00	Δ 223,34 ± 66,94

A avaliação da intensidade de esverdeamento dos tubérculos foi realizada aos 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20 e 25 dias de exposição dos tubérculos à luz, atribuindo-se nota aos tubérculos de cada parcela. Foi usada a escala visual de notas proposta por Filgueira (1979), em que: 1 = esverdeamento intenso; 2 = esverdeamento acentuado; 3 = intensidade regular de esverdeamento; 4 = leve indício de esverdeamento; e 5 = ausência completa de esverdeamento.

3.4.5 Esverdeamento dos tubérculos lavados e não lavados, avaliado pelo SPAD-502

Aos 25 dias de exposição à luz dos tubérculos lavados e não lavados, foi selecionado um tubérculo representativo de cada parcela. Neste tubérculo selecionado, foi realizada a leitura do índice SPAD, em três pontos na periderme, retirada com o auxílio de descascador manual de frutas e hortaliças, a leitura foi feita por clorofilômetro modelo SPAD-502 (Minolta Camera Co. Ltd., Japan), sendo calculada a média das nove leituras SPAD em cada tratamento (dose de N) em

tubérculos lavados e não lavados. Foram realizados três destacamentos em cada tubérculo.

3.4.6 Número de gemas brotadas

Após o encerramento do período de avaliação do esverdeamento, pela escala de notas, foi contado o número de gemas brotadas em dois tubérculos, aos 77 dias após a colheita, para as cultivares Ágata e Monalisa, e aos 84 dias após a colheita para as cultivares Asterix e Atlantic.

3.4.7 Perda de massa fresca dos tubérculos, armazenados em temperatura ambiente e em câmara fria a 5 °C.

No campo, foram curados, escovados, pesados em duas duplicatas e colocados em saco telado oito tubérculos da classe comercial, por parcela. Uma duplicata foi colocada em ambiente natural de galpão, e a outra, em câmara fria, a 5 °C. Semanalmente, foi realizada a pesagem dos sacos telados. E, posteriormente, foi calculada a diferença percentual entre as massas dos tubérculos nos momentos do início e fim do armazenamento. Os tubérculos foram armazenados em temperatura ambiente por 105 dias, e em câmara fria por 90 dias.

3.4.8 pH na polpa de tubérculos

Para a análise de pH, foram utilizados três tubérculos de cada parcela da classe comercial, dos quais foi retirada amostra de 50 g, na região central. Essa amostra foi triturada em liquidificador com 100 mL de água destilada, e o extrato levado ao potenciômetro para determinar o valor de pH.

3.4.9 Acidez titulável nos tubérculos

Do extrato preparado no item 3.4.8, foram retiradas três alíquotas de 10 mL, que foram transferidas para *erlenmeyer* de 125 mL e tituladas com a solução de hidróxido de sódio a 0,1 N. Foram utilizadas duas gotas de fenolftaleína como indicador. Para o cálculo da acidez titulável, a equação abaixo foi utilizada, e os resultados expressos em percentual de ácido cítrico:

$$AT = \left(\frac{V * 0,064066 * N}{P} \right) * 100$$

Em que:

AT = acidez titulável, % de ácido cítrico;

V = volume de NaOH a 0,1 N gasto na titulação, mL;

P = peso da amostra titulada, g;

N = normalidade da solução de NaOH;

Meq. Ácido cítrico = 0,064066.

3.4.10 Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) nos tubérculos

Foram retirados ao acaso, em cada parcela, três tubérculos da classe comercial. Estes foram lavados, secados à sombra e levados ao laboratório para a análise do teor de sólidos solúveis totais. Para tal, os tubérculos foram cortados transversalmente e de sua região central foram retiradas 10 g de massa fresca, para a obtenção das gotas do suco celular. Estas foram colocadas sobre o prisma de um refratômetro, modelo ATAGO N-20, no qual se realizaram as leituras em °brix, que foram corrigidas para 25 °C.

3.4.11 Coração oco

Nas amostras usadas para a determinação 3.4.10, foram avaliadas a presença e a ausência de ocamento interno nos tubérculos da classe comercial antes das análises de pH e acidez titulável. O valor foi expresso em porcentagem. Caso ocorresse alguma anomalia, seria selecionado outro tubérculo.

3.4.12 Teor de açúcares solúveis totais nos tubérculos

A quantificação de açúcares solúveis totais nos tubérculos amostrados nos tratamentos foi realizada segundo o método Fenol-sulfúrico (Dubois et al., 1956). Após o armazenamento por 30 dias, a 5 °C, determinou-se também o item 3.4.10. Em linha geral, o procedimento foi assim realizado: os tubérculos foram cortados e de sua região central foi retirado 1 g de massa fresca. Essa quantidade foi imersa, por 30 minutos em etanol a 80% aquecido. No momento da extração, o material foi triturado em um Polytrex e filtrado em papel de filtro qualitativo 80 G, seguindo-se a esse procedimento três lavagens com etanol a 80% aquecido, e o volume combinado das filtragens foi completado em balão volumétrico para 50 mL com etanol 80%.

O resíduo retido em filtro foi seco em estufa a 65 °C e armazenado em dessecador para a determinação de amido. Sempre em duplicata, foram feitas a diluição da amostra e o preparo das soluções padrões de sacarose (0, 25, 50, 75, 100 $\mu\text{g mL}^{-1}$). Para cada réplica, foi pipetado 0,5 mL da amostra, colocado em tubo de ensaio com rosca e adicionado 0,5 mL de fenol a 5% e 2,5 mL de H_2SO_4 concentrado. Os tubos foram agitados em vortex e colocados em banho de gelo. Posteriormente, foram levados ao banho-maria, por 20 minutos, à temperatura de 30 °C. Após a remoção do banho-maria, os tubos foram novamente agitados e postos em temperatura ambiente por 30 minutos, e, então, procedeu-se a leitura da absorbância em $\lambda = 490 \text{ nm}$ em espectrofotômetro Shimadzu, modelo UV 1601. O teor de açúcares solúveis totais foi expresso em g/100 g de massa fresca e g/100 g de massa seca.

3.4.13 Teor de amido nos tubérculos

No resíduo proveniente da extração de açúcares solúveis totais, foi determinado o teor de amido, pela metodologia descrita por McCready et al. (1950). Foram feitas três extrações com o resíduo, e na primeira delas foram adicionados 5 mL de ácido perclórico em tubo contendo o resíduo, deixado em repouso por 30 minutos com agitação ocasional, seguindo-se a isso centrifugação a 2000 RPM por 10 minutos. Após ser centrifugado, o extrato foi filtrado em balão volumétrico, e o resíduo proveniente da primeira extração foi novamente adicionado ao tubo para mais duas novas extrações. Após essas extrações, o precipitado foi descartado, e o

volume foi completado para 25 mL com água destilada. Para a quantificação do teor de amido e de açúcares solúveis totais descrito anteriormente foi utilizado o mesmo método, e o resultado foi multiplicado pelo fator 0,9. O teor de amido foi expresso em g/100 g de MF e g/100 g de MS.

3.4.14 Teor de açúcares redutores nos tubérculos

Do extrato alcoólico utilizado na quantificação de açúcares solúveis totais, o item 4.4.13, 0,2 mL foi transferido ao tubo de ensaio com rosca, ao qual foi acrescentado 0,2 mL do reagente de Nelson 4 (8 mL de reagente 1 + 2 mL de reagente 2) conforme método Somogy-Nelson (Nelson, 1944). Os tubos foram, então, agitados e levados à água fervente por 15 minutos. Posteriormente, os tubos foram resfriados, a eles adicionados 0,2 mL do reagente 5 (7 mL da solução a 0,75 M de H_2SO_4^- + 3,5 mL do reagente 3) e agitados. Em seguida, foi adicionado aos tubos 0,6 mL de água destilada, eles foram agitados em Vortex, e a leitura se procedeu das absorvâncias a 540 nm em espectrofotômetro. Os valores foram comparados com a curva padrão de glicose.

O preparo dos reagentes 1, 2, 3, 4 e 5, utilizados para quantificação dos açúcares redutores, encontra-se no apêndice.

3.4.15 Teor e acúmulo de nutrientes minerais nos tubérculos

Amostras de tubérculos comerciais das parcelas foram submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 70 °C até atingirem massa constante; foram moídas em moinho tipo Wiley e pesadas. Após digestão sulfúrica (0,1 g de material vegetal seco + 1,5 mL de H_2SO_4 + 1 mL de H_2O_2 30% v/v), as amostras foram analisadas para N-orgânico pelo método de Nessler (Jackson, 1965). Em outra sub-amostra, o N-NO_3^- foi determinado por espectrofotometria, no comprimento de onda 210 nm (Cawse, 1967). O N total foi obtido pela soma de N-orgânico e N-NO_3^- (Araújo, 2004).

Outra sub-amostra de 0,5 g de massa seca de tubérculo foi submetida à digestão nitro-perclórica para determinação de Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Manganês (Mn), Ferro (Fe), Cobre (Cu) e Zinco (Zn). Potássio (K) foi dosado em espectrofotômetro de chama, Fósforo (P), em espectrofotômetro, a 725 nm (Braga & Defelipo, 1974); Enxofre (S), em

espectrofotômetro a 420 nm; e Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Zinco (Zn), e manganês (Mn), em espectrofotômetro de absorção atômica (Blanhar et al., 1965). Os acúmulos dos nutrientes nos tubérculos foram obtidos pela multiplicação do teor dos nutrientes pela massa seca dos tubérculos produzidos.

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Cada experimento foi analisado individualmente. Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância e regressão. Os modelos de regressão foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t e adotando-se o nível de até 5% de probabilidade; no coeficiente de determinação; e na ocorrência biológica.

5. RESULTADOS

5.1 Número (NTU) e massa de tubérculos (MTU) comerciais por planta

Nos quatro experimentos, não houve produção de tubérculos da classe I. O número e a massa de tubérculos comerciais totais por planta, obtidos pela soma das classes II e III, estão na Tabela 4. Não houve efeito de doses de N sobre o NTU das classes II e III para as cultivares, exceto para o NTU da classe II da cultivar Ágata (Figura 1A), essa característica apresentou resposta quadrática às doses de N, sendo obtido o valor máximo estimado de 4,3 NTU da classe II com a dose de 155,65 kg ha⁻¹ de N.

O efeito das doses de N sobre a MTU das classes II e III dos tubérculos foi dependente da cultivar. Os valores estão apresentados na Tabela 4 e nas Figuras 1A, 1B e 1C.

Tabela 4: Equações ajustadas para número (NTU) e massa de tubérculos comerciais por planta (MTU), das classes II e III das cultivares de batata, Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, em função das doses de Nitrogênio (N).

Variável	Cultivar	Classes	Equações ajustadas	
NTU	Ágata	II	* ¹	
		III	$\hat{Y} = 3,34$	
	Asterix	II	$\hat{Y} = 3,02$	
		III	$\hat{Y} = 3,60$	
	Atlantic	II	$\hat{Y} = 3,43$	
		III	$\hat{Y} = 0,60$	
	Monalisa	II	$\hat{Y} = 3,10$	
		III	$\hat{Y} = 1,92$	
	MTU (g planta ⁻¹)	Ágata	II	* ¹
			III	$\hat{Y} = 141,14$
Asterix		II	$\hat{Y} = 369,45$	
		III	* ¹	
Atlantic		II	* ¹	
		III	$\hat{Y} = 29,42$	
Monalisa		II	$\hat{Y} = 362,95$	
		III	$\hat{Y} = 79,64$	

* :significativo a 5 % de probabilidade pelo teste "t".

¹: As equações encontram-se na Figura 1.

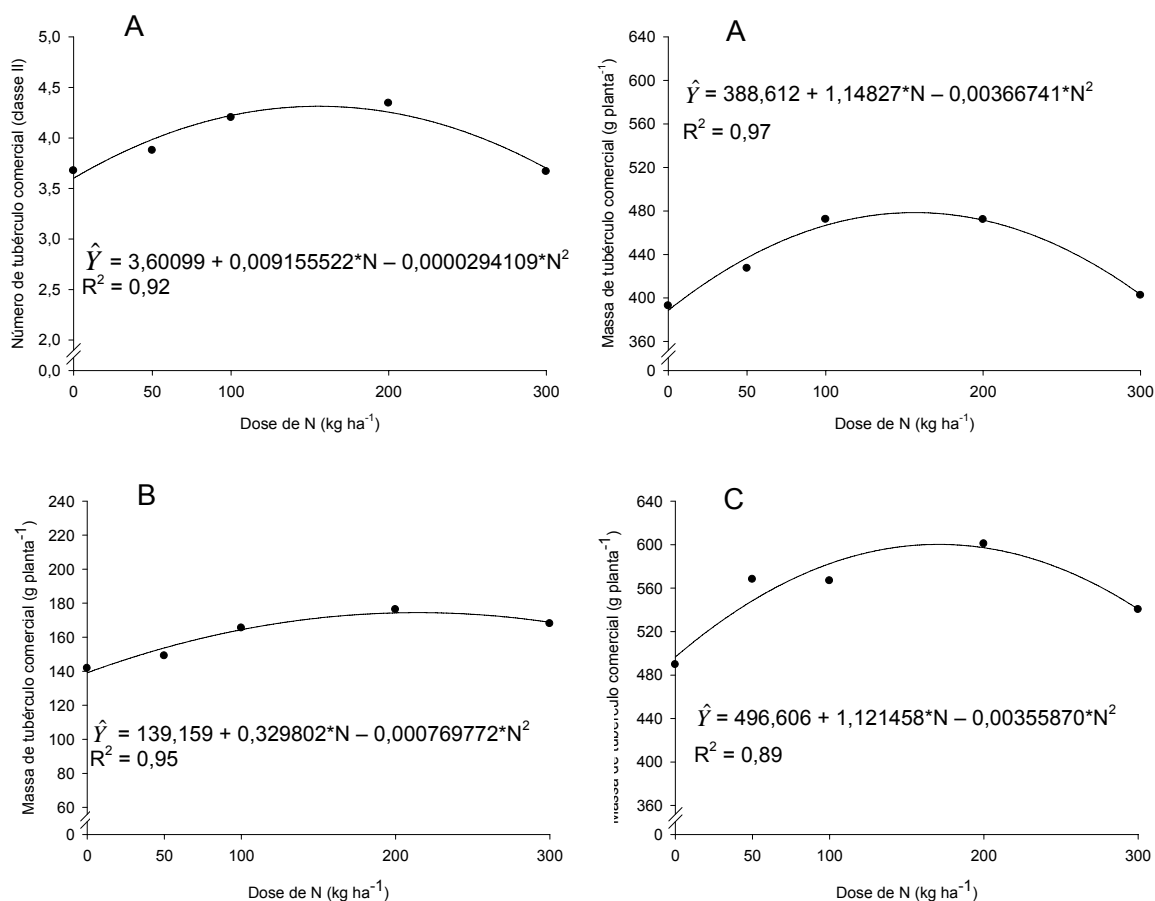


Figura 1: Número (NTU) e massa de tubérculos comercial por planta (MTU) da classe II, de Ágata (A); MTU da classe III de Asterix (B); MTU da classe II de Atlantic (C), em função das doses de Nitrogênio (N).

5.2 Teor de massa seca nos tubérculos (TMS)

Não houve efeito de doses de N sobre o teor de massa seca nos tubérculos (TMS). Os valores médios do TMS foram 16,54; 16,63; 21,45 e 16,78% para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente.

5.3 Acúmulo de massa seca nos tubérculos (g planta⁻¹)

Houve efeito de doses de N sobre o acúmulo de MS para todas as cultivares, com o comportamento quadrático (Figura 2A, 2B, 2C e 2D). Os valores máximos de MS estimados foram 113,00; 113,64; 163,24; e 93,39 g planta⁻¹ associados com as doses de 181,06; 203,46; 187,89; e 183,44 kg ha⁻¹ de N para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente.

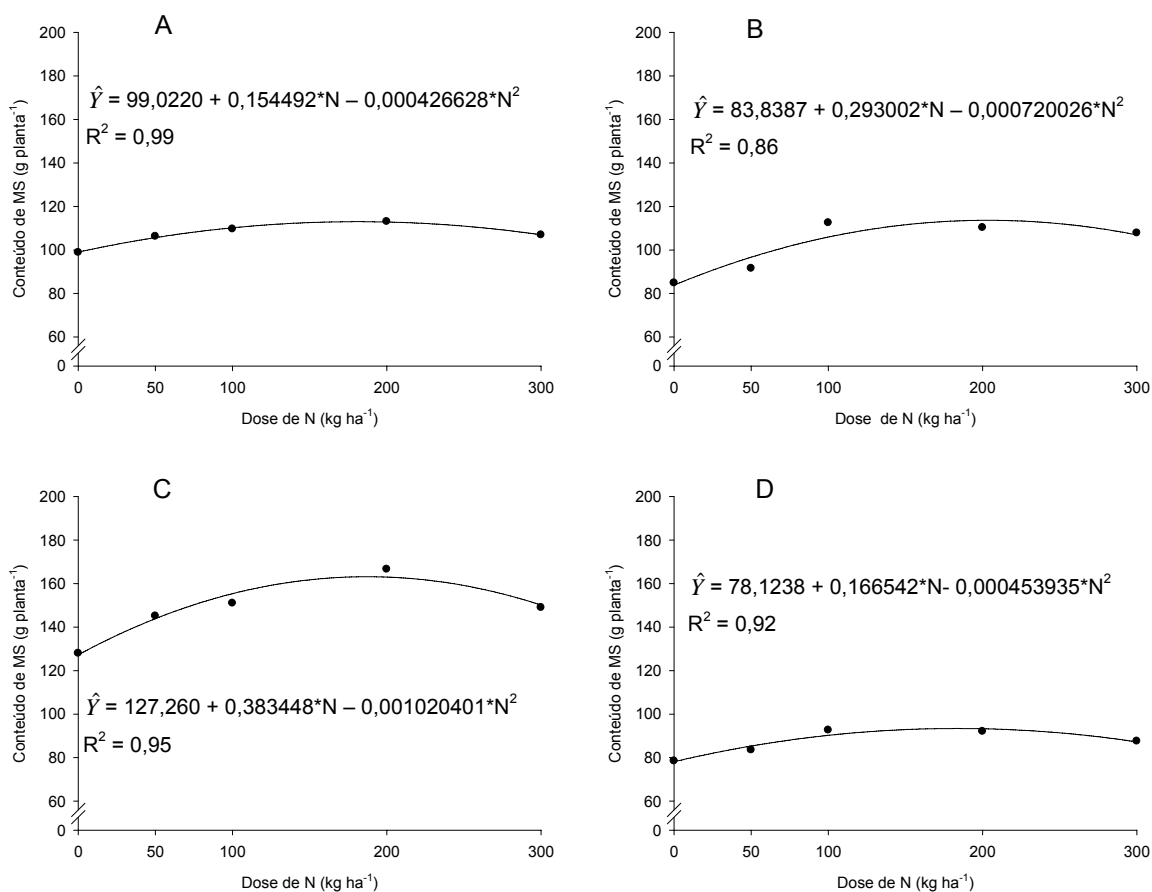


Figura 2: Acúmulo de massa seca, expresso em (g planta⁻¹) nos tubérculos de batata, das cultivares Ágata (A), Asterix (B), Atlantic (C) e Monalisa (D), em função das doses de Nitrogênio (N).

5.4 Acúmulo de massa seca nos tubérculos (t ha⁻¹)

Houve efeito de doses de N sobre o acúmulo de MS, nos tubérculos de todas as cultivares, com o comportamento quadrático (Figura 3A, 3B, 3C e 3D). Os valores máximos estimados do acúmulo de MS foram 6,02; 6,06; 8,70; e 4,98 t ha⁻¹ associados com as doses de 181,06; 203,46; 187,89; e 183,44 kg ha⁻¹ de N para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente.

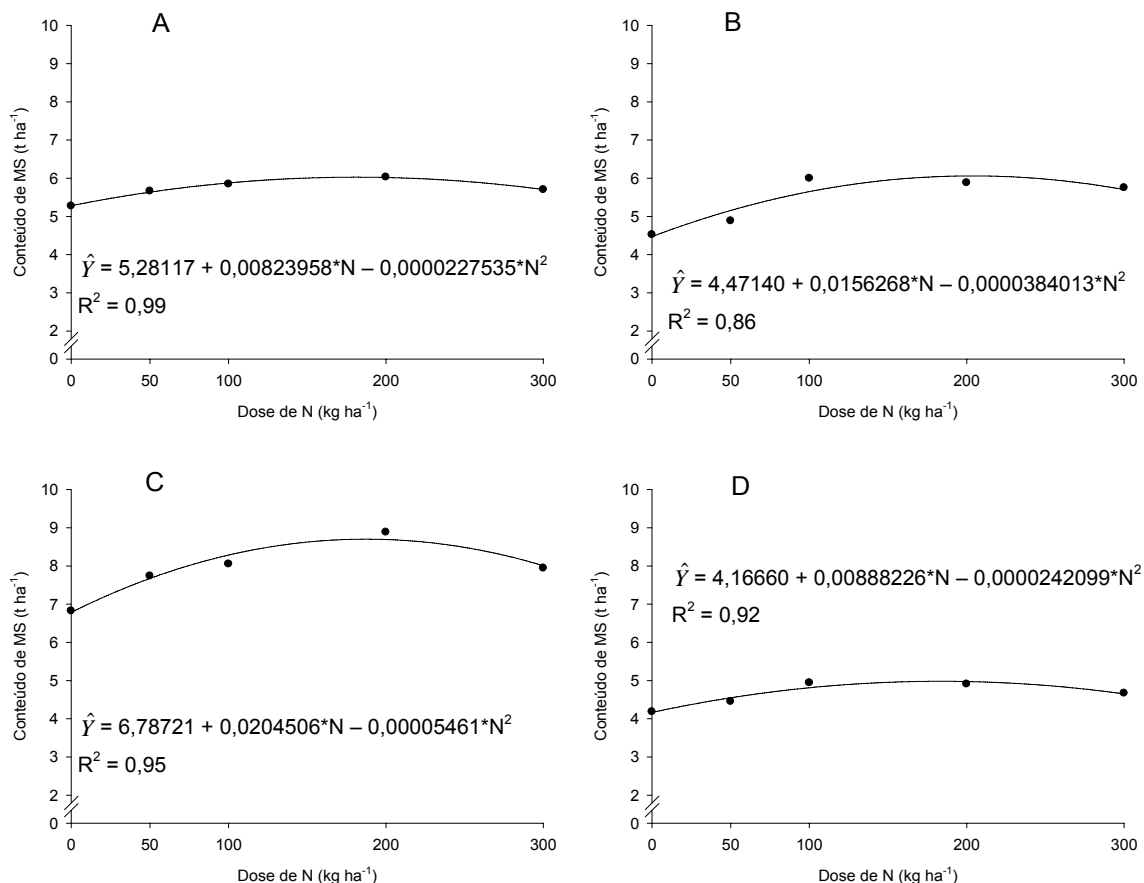


Figura 3: Acúmulo de massa seca, expresso em (t ha⁻¹) nos tubérculos de batata, das cultivares Ágata (A), Asterix (B), Atlantic (C) e Monalisa (D), em função das doses de Nitrogênio (N).

5.5 Esverdeamento de tubérculos lavados, avaliado por escala de notas

Em avaliação feita durante os 25 dias de exposição à luz artificial, houve efeito tanto de doses de N quanto de dias de exposição à luz artificial sobre as notas atribuídas ao esverdeamento dos tubérculos lavados para as cultivares Ágata e Atlantic (Figura 4A e 4C). Para as cultivares Asterix e Monalisa, houve efeito apenas de dias de exposição à luz (Figura 4B e 4D). O melhor ajuste das equações foi o modelo linear para todas as cultivares (Figura 4).

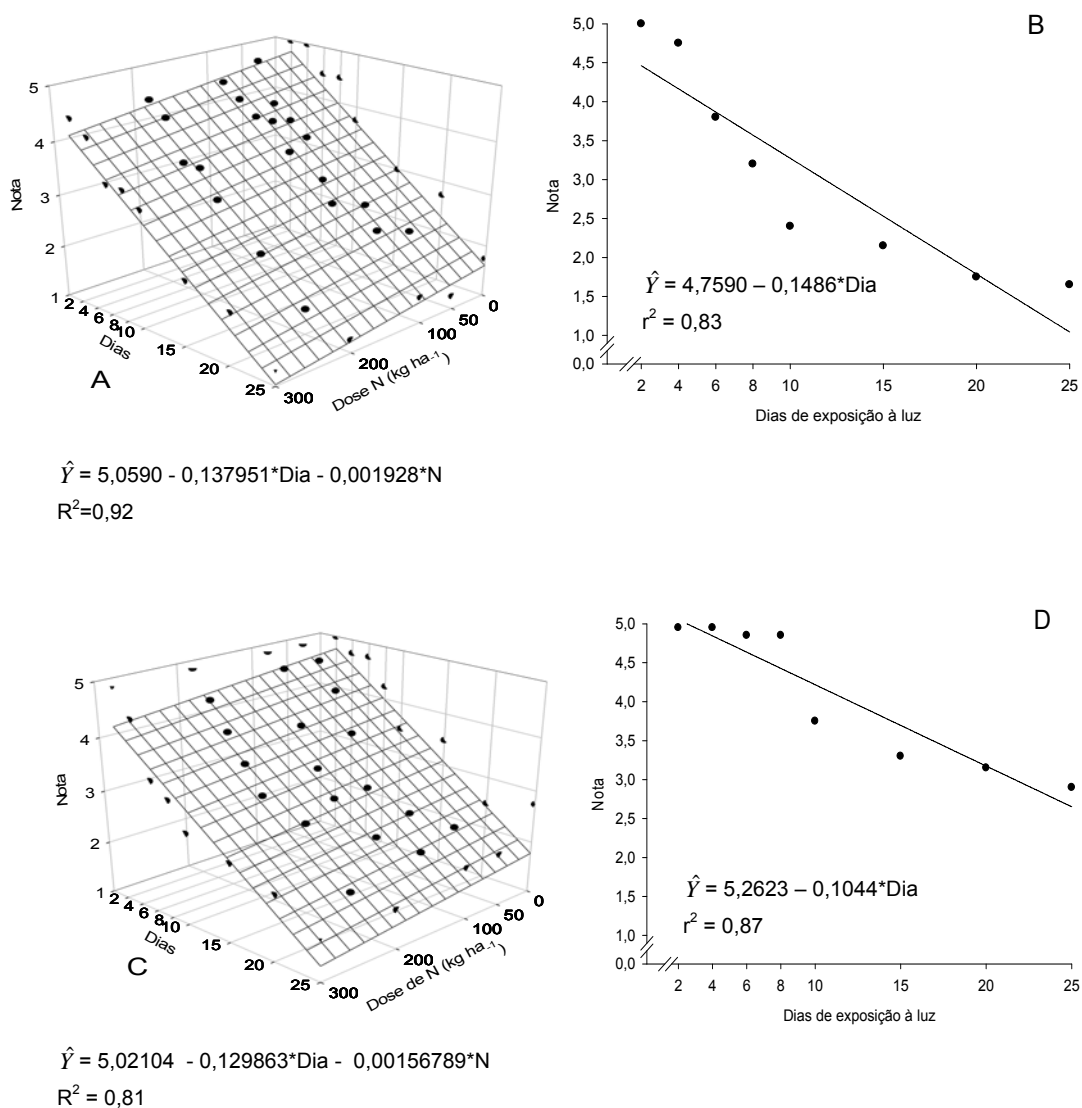


Figura 4: Nota atribuída ao esverdeamento nos tubérculos lavados, das cultivares Ágata (A), Asterix (B), Atlantic (C) e Monalisa (D), em função das doses de N e dos dias de exposição à luz artificial.

5.6 Esverdeamento nos tubérculos não lavados, avaliado por escala de notas

Em avaliação feita durante os 25 dias de exposição à luz artificial, houve efeito tanto de doses de N quanto de dias de exposição à luz artificial sobre as notas atribuídas ao esverdeamento dos tubérculos não lavados, para as cultivares Ágata, Asterix e Atlantic (Figura 5A, 5B e 5C). Para a Monalisa, houve efeito apenas para dias de exposição à luz, sendo que o melhor ajuste foi obtido com o modelo linear para todas as cultivares (Figura 5D).

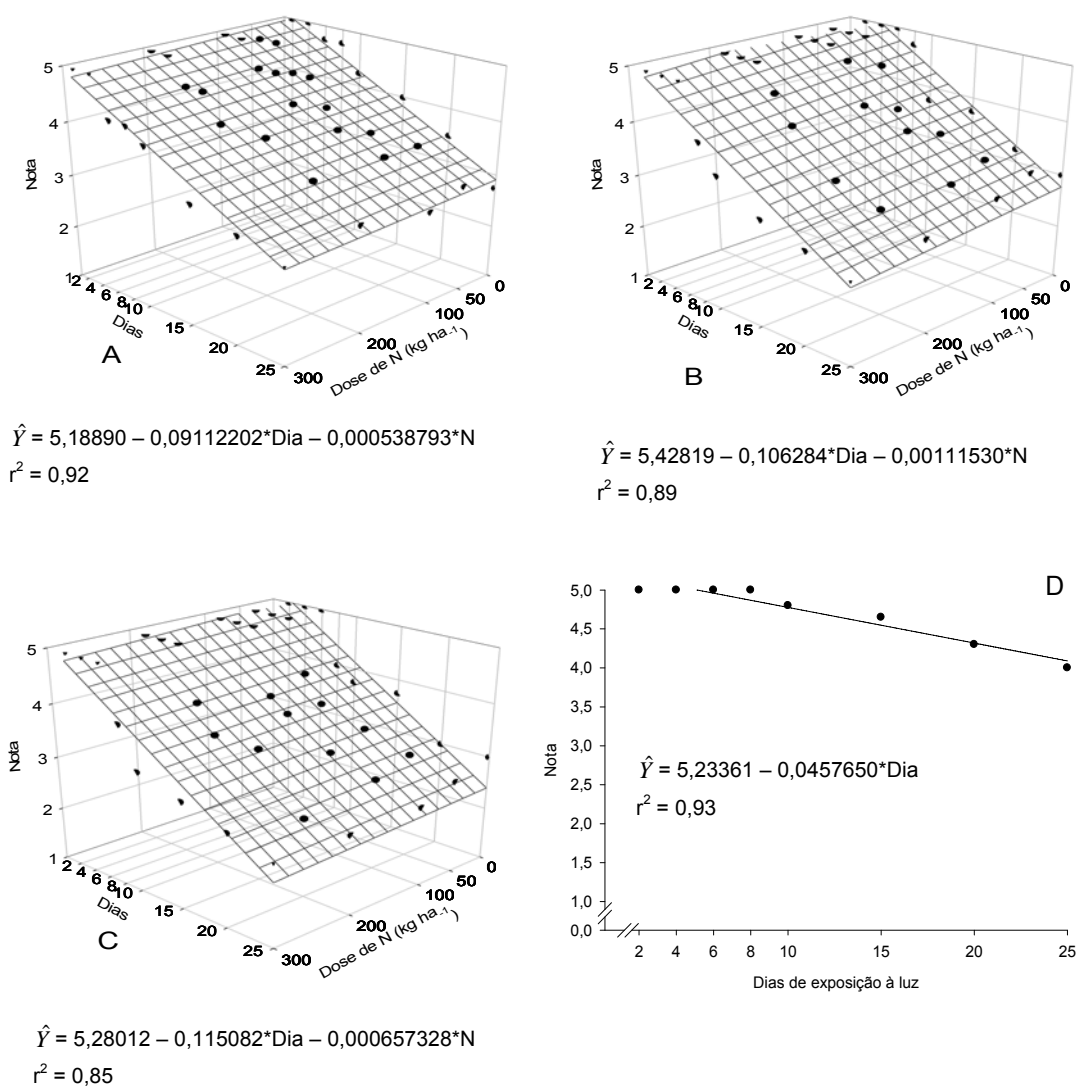


Figura 5: Nota atribuída ao esverdeamento nos tubérculos não lavados, das cultivares Ágata (A), Asterix (B), Atlantic (C) e Monalisa (D), em função das doses de N e dos dias de exposição à luz artificial.

5.7 Esverdeamento dos tubérculos lavados, quantificado pelo SPAD-502

Em avaliação feita aos 25 dias de exposição à luz artificial, houve efeito de doses de N sobre a leitura SPAD efetuada na periderme de tubérculos lavados de batata, para todas as cultivares. Para as cultivares Atlantic, Monalisa e Asterix, o aumento nas doses de N sobre a leitura SPAD foi linear; e para cultivar Ágata, o modelo foi quadrático (Figura 6).

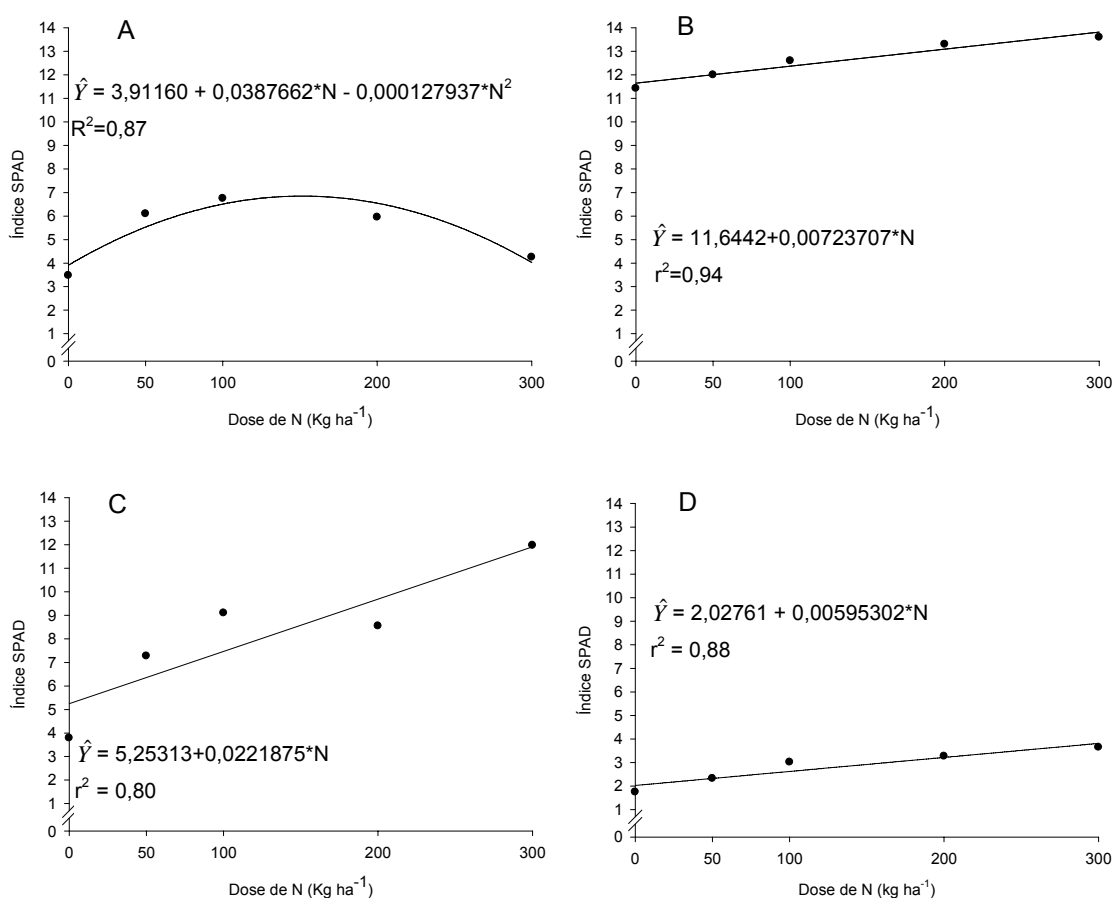


Figura 6: Índice SPAD medido na periderme, nos tubérculos lavados, aos 25 dias após a exposição à luz artificial, das cultivares Ágata (A), Asterix (B), Atlantic (C) e Monalisa (D), em função das doses de Nitrogênio (N).

5.8 Esverdeamento dos tubérculos não lavados, quantificado pelo SPAD-502

Em avaliação feita aos 25 dias de exposição à luz artificial, houve efeito de doses de N sobre a leitura SPAD efetuada na periderme de tubérculos não lavados de batata, para as cultivares Ágata e Atlantic, sendo que o efeito das doses de N sobre a leitura SPAD seguiu as formas quadrática e linear, respectivamente (Figura 7). Nas cultivares Asterix e Monalisa, não houve efeito de doses de N sobre a leitura SPAD na periderme de tubérculos não lavados, elas apresentaram valor médio de 10,17 e 4,23 de índice SPAD, respectivamente.

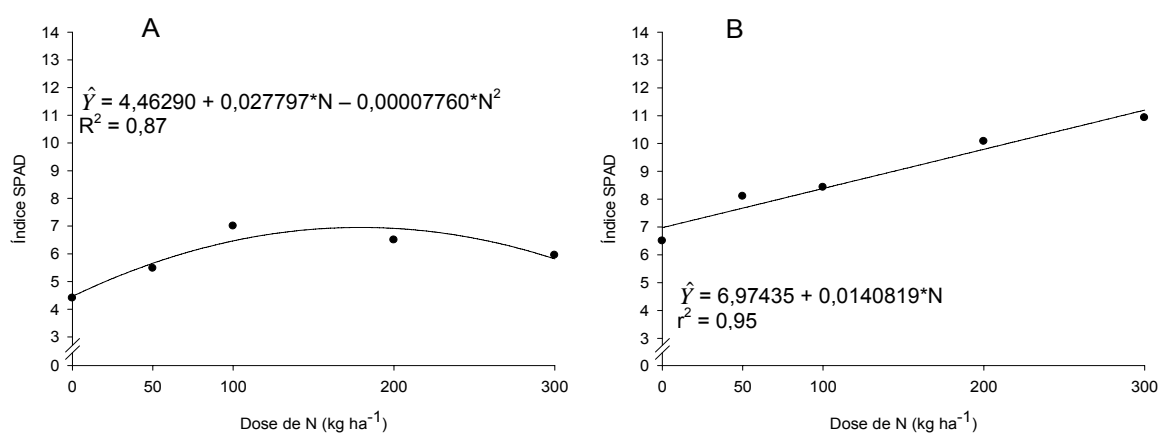


Figura 7: Índice SPAD medido na periderme, nos tubérculos não lavados de batata, aos 25 dias após a exposição à luz artificial, das cultivares Ágata (A) e Atlantic (B), em função das doses de Nitrogênio (N).

5.9 Número de gemas brotadas nos tubérculos lavados e não lavados

Aos 50 dias após a colheita, os tubérculos da cultivar Ágata iniciaram a brotação. O mesmo ocorreu aos 70, 60 e 63 dias após a colheita com as cultivares Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente. Não houve efeito de doses de N sobre o número de gemas brotadas por tubérculo, tanto lavados quanto não lavados (Tabela 5).

Tabela 5: Equações ajustadas para o número de gemas brotadas por tubérculo, aos 77 dias para as cultivares Ágata e Monalisa, e aos 84 dias para as cultivares Asterix e Atlantic, após o período de esverdeamento, em função das doses de nitrogênio (N).

Cultivar	Equações ajustadas	
	Tubérculo lavado	Tubérculo não lavado
Ágata	$\hat{Y} = 9,37$	$\hat{Y} = 9,22$
Asterix	$\hat{Y} = 7,80$	$\hat{Y} = 9,35$
Atlantic	$\hat{Y} = 9,12$	$\hat{Y} = 8,60$
Monalisa	$\hat{Y} = 8,57$	$\hat{Y} = 7,17$

5.10 Diferença percentual da massa fresca nos tubérculos armazenados em temperatura ambiente

Houve efeito significativo de doses de N sobre a perda de massa fresca dos tubérculos das cultivares armazenados em ambiente por 105 dias, exceto a Asterix que perdeu 8,09% da massa fresca no período, independentemente das doses de N. Na Atlantic, com o aumento da dose de N, houve redução linear na perda de massa fresca dos tubérculos (Figura 8). Em Ágata e Monalisa, houve efeito de doses de N sobre a perda de massa fresca dos tubérculos, porém só foi significativo, a 5% de probabilidade, o modelo quadrático, $\hat{Y} = 9,32710 - 0,00796004*N + 0,0000195209*N^2$; $R^2 = 0,88$ e $\hat{Y} = 11,9584 - 0,0487695*N + 0,000122564*N^2$; $R^2 = 0,82$, respectivamente. Esse modelo, contudo, é de difícil explicação biológica.

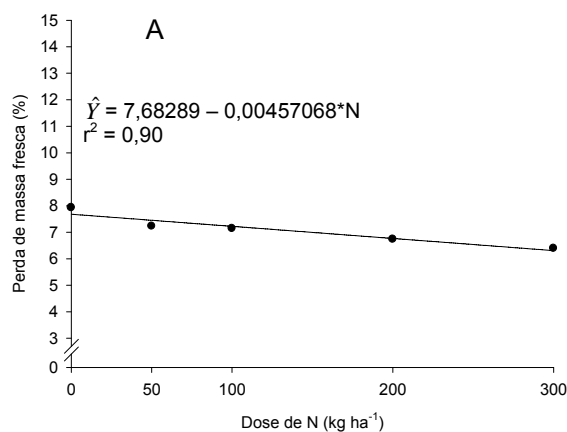


Figura 8: Diferença percentual da massa fresca nos tubérculos de cultivares de batata cultivar Atlantic (C), armazenados em temperatura ambiente, por 105 dias, em função das doses de Nitrogênio (N).

5.11 Diferença percentual da massa fresca nos tubérculos armazenados em câmara fria a 5° C

Houve efeito significativo de doses de N sobre a perda de massa fresca de tubérculos, das cultivares Ágata e Monalisa, armazenados em câmara fria por 90 dias. Nessas cultivares, houve redução na perda de massa fresca dos tubérculos com o aumento da dose de N, conforme mostrado para Monalisa (Figura 9). Para Ágata, o modelo também foi quadrático, $\hat{Y} = 3,23223 - 0,00802284*N + 0,0000266416*N^2$; $R^2 = 0,80$. Contudo, esse modelo é difícil de ser explicado biologicamente. As cultivares Asterix e Atlantic perderam 4,40 e 4,81% da massa fresca no período, independentemente das doses de N.

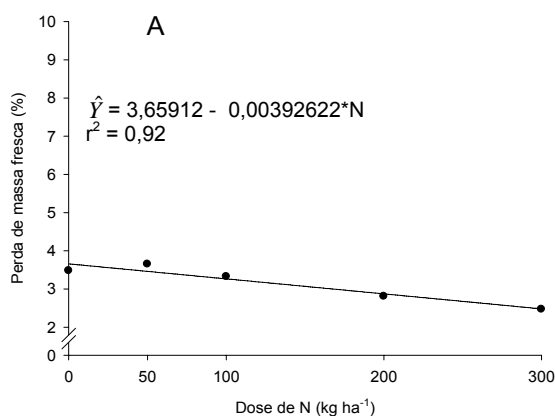


Figura 9: Diferença percentual da massa fresca nos tubérculos de cultivares de batata cultivar Monalisa (A), armazenados em temperatura ambiente, por 90 dias, em função das doses de Nitrogênio (N).

5.12 pH da polpa dos tubérculos

Não houve efeito de doses de N sobre o pH da polpa dos tubérculos. Os valores médios de pH foram 5,51; 5,58; 5,61; e 5,56 para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente.

5.13 Acidez titulável nos tubérculos

Houve efeito de doses de N sobre a acidez titulável para as cultivares Ágata e Atlantic, representado pelo modelo linear (Figura 10). Para as cultivares Asterix e Monalisa, não houve efeito de doses de N, e os valores médios foram 0,204 e 0,186%, respectivamente.

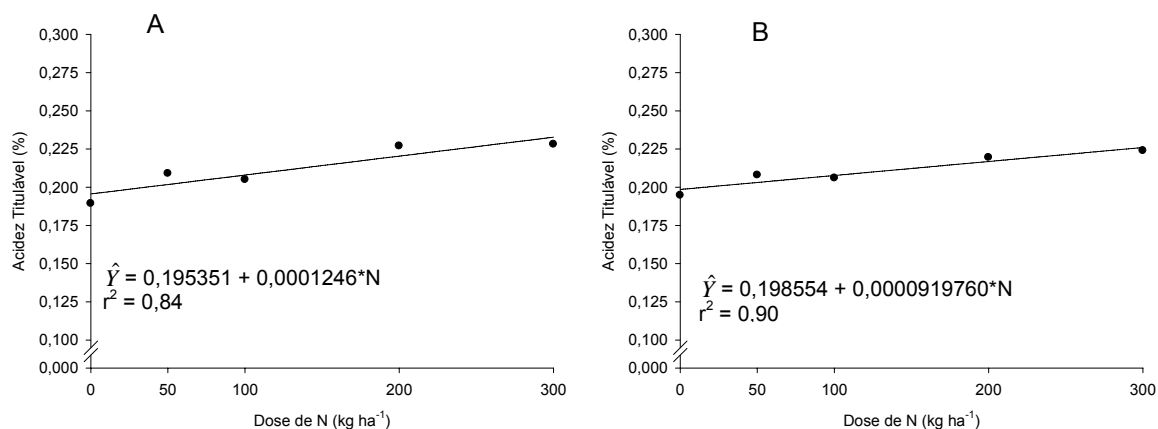


Figura 10: Acidez titulável determinada na polpa de tubérculos de batata, das cultivares Ágata (A) e Atlantic (C), em função das doses de Nitrogênio (N).

5.14 Coração oco

A adubação nitrogenada não influenciou a incidência de coração oco nos tubérculos amostrados, não sendo registrada a ocorrência desse distúrbio fisiológico nos quatro experimentos.

5.15 Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) nos tubérculos

Houve efeito de doses de N sobre o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) na polpa dos tubérculos de todas as cultivares. A resposta às doses de N, quanto ao teor de sólidos solúveis totais, apresentou comportamento quadrático, com valores máximos estimados de 5,38; 5,12; 8,60; e 4,94 °Brix com as doses máximas de 227,74; 233,89; 273,91; e 218,82 kg ha⁻¹, para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente (Figura 11).

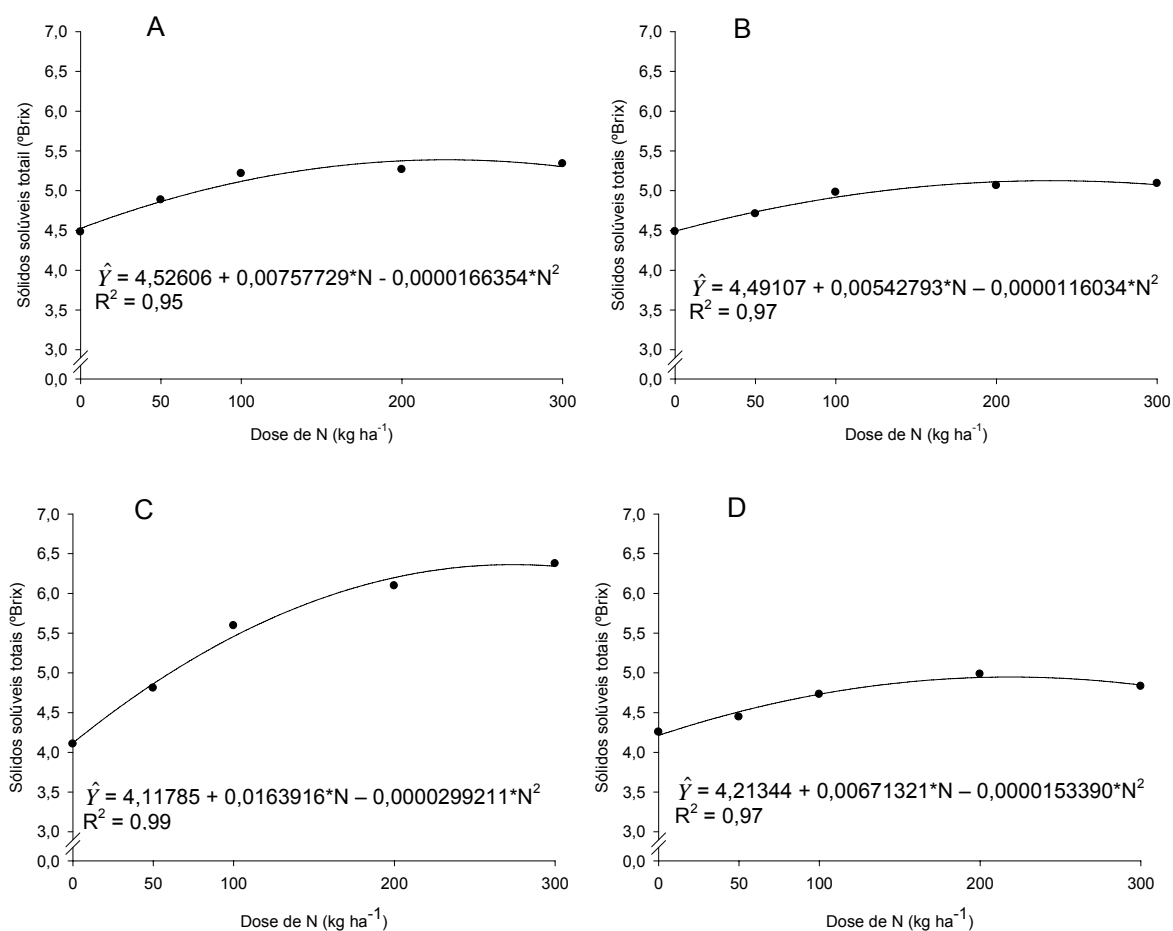


Figura 11: Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) nos tubérculos de batata, das cultivares Ágata (A), Asterix (B), Atlantic (C) e Monalisa (D), em função das doses de Nitrogênio (N).

5.16 Teor de açúcares solúveis totais (AST) nos tubérculos

Não houve efeito de doses de N sobre os teores de AST na polpa de tubérculos, expresso tanto em massa fresca quanto em massa seca, para as cultivares Atlantic e Monalisa. Os valores de AST atingiram os valores médios de 0,84; 1,44 g/100 g MF e 3,93; 8,58 g/100 g MS, respectivamente, determinados na polpa de tubérculos, após um mês de armazenamento a 5° C. O oposto ocorreu para a cultivar Ágata e Asterix, que teve os valores de AST elevados com o aumento na dose de N, apresentando comportamento quadrático e linear tanto na massa fresca quanto na massa seca, respectivamente (Figura 12).

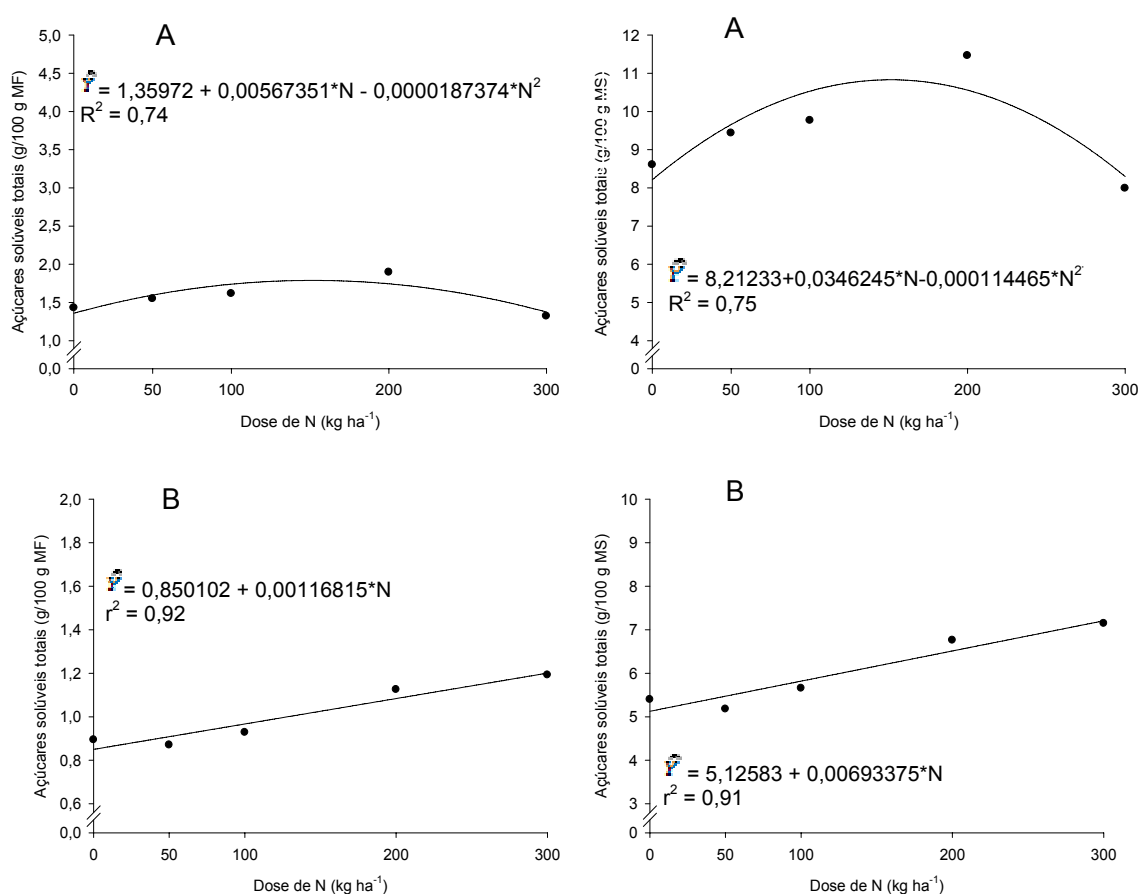


Figura 12: Teor de Açúcares solúveis totais, na massa fresca (MF) e seca (MS) da polpa de tubérculos da cultivar Ágata (A) e Asterix (B), em função das doses de Nitrogênio (N).

5.17 Teor de açúcares redutores (AR) nos tubérculos

Não houve efeito de doses de N sobre os teores de AR na polpa de tubérculos, expresso tanto em massa fresca quanto em massa seca, nas cultivares Asterix e Atlantic. Os valores de AR atingiram as quantidades médias de 0,90; 0,50 g/100 g MF e 5,46; 2,34 g/100 g MS, respectivamente, determinados na polpa de tubérculos, após um mês de armazenamento a 5° C. O oposto ocorreu com as cultivares Ágata e Monalisa, que tiveram os valores de AR elevados com o aumento na dose de N, apresentando comportamento quadrático, com valores máximos estimados de 1,77 g/100 g MF e 10,79 g/100 g MS e linear, tanto na massa fresca quanto na massa seca, respectivamente (Figura 13).

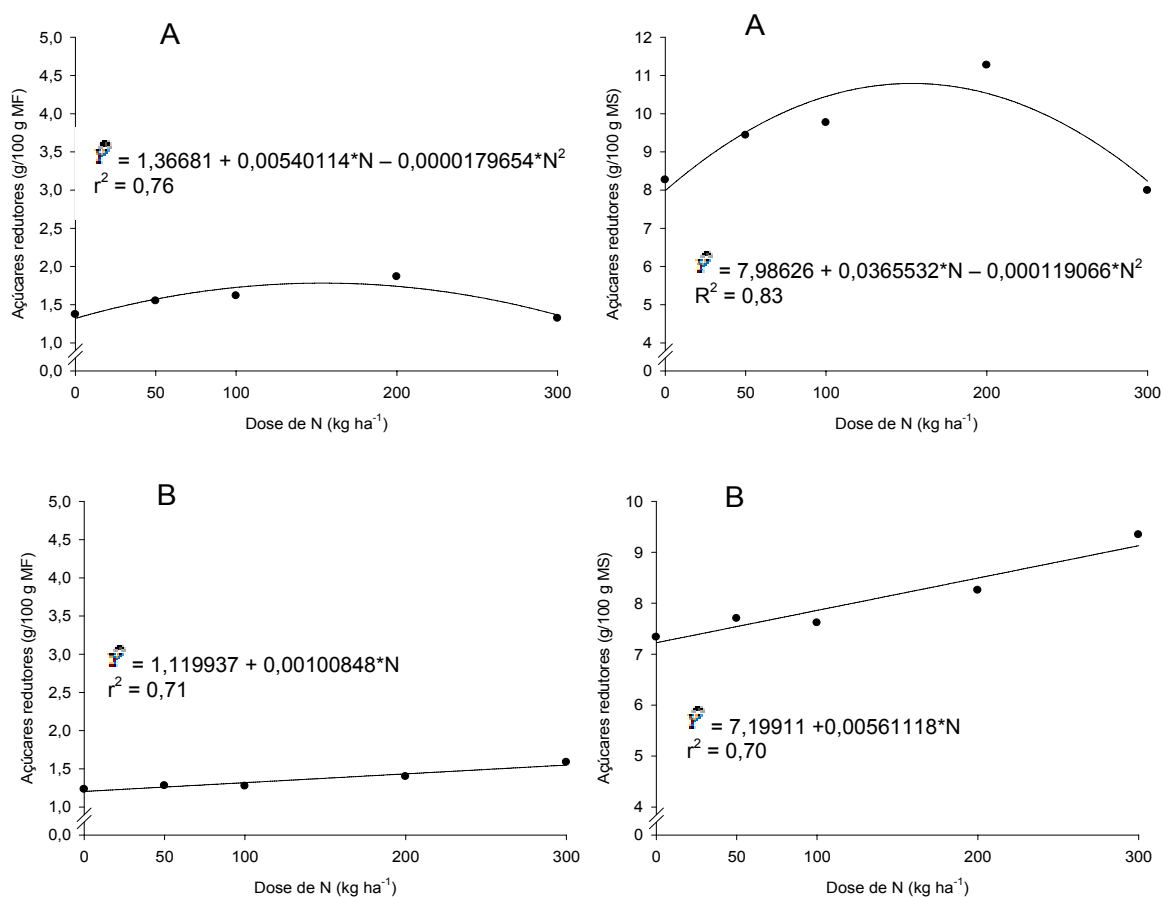


Figura 13: Teor de Açúcares redutores, na massa fresca (MF) e seca (MS) da polpa de tubérculos da cultivar Ágata (A) e Monalisa (B), em função das doses de Nitrogênio (N).

5.18 Teor de amido nos tubérculos

Não houve efeito de doses de N sobre o teor de amido expresso tanto em massa fresca quanto em massa seca para todas as cultivares. Os valores médios foram 10,97; 13,32; 11,31; e 13,30 g/100 g na MF e 66,38; 80,14; 52,82; e 79,36 g/100g na MS, determinados na polpa de cultivares de batata Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente.

5.19 Teor de nutrientes minerais nos tubérculos

Não houve efeito de dose N sobre os teores de P, K, Ca, Mg, S, Fe e Zn na massa seca dos tubérculos de todas as cultivares. Os valores médios estão mostrados na Tabela 6.

Tabela 6: Equações ajustadas para os teores dos nutrientes na massa seca de tubérculos das cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, em função das doses de nitrogênio (N).

Nutriente	Unidade	Equação ajustada			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Nitrogênio total	dag kg ⁻¹	*1	*1	*1	*1
Fósforo (P)	dag kg ⁻¹	$\hat{Y} = 0,308$	$\hat{Y} = 0,284$	$\hat{Y} = 0,287$	$\hat{Y} = 0,254$
Potássio (K)	dag kg ⁻¹	$\hat{Y} = 2,896$	$\hat{Y} = 2,308$	$\hat{Y} = 2,519$	$\hat{Y} = 2,396$
Cálcio (Ca)	dag kg ⁻¹	$\hat{Y} = 0,723$	$\hat{Y} = 0,591$	$\hat{Y} = 0,725$	$\hat{Y} = 0,631$
Magnésio (Mg)	dag kg ⁻¹	$\hat{Y} = 0,0959$	$\hat{Y} = 0,0644$	$\hat{Y} = 0,0876$	$\hat{Y} = 0,0733$
Enxofre (S)	dag kg ⁻¹	$\hat{Y} = 0,154$	$\hat{Y} = 0,126$	$\hat{Y} = 0,159$	$\hat{Y} = 0,128$
Cobre (Cu)	mg kg ⁻¹	$\hat{Y} = 2,904$	*2	*2	$\hat{Y} = 2,454$
Manganês (Mn)	mg kg ⁻¹	$\hat{Y} = 15,017$	*2	*2	*2
Ferro (Fe)	mg kg ⁻¹	$\hat{Y} = 430,548$	$\hat{Y} = 427,280$	$\hat{Y} = 442,301$	$\hat{Y} = 461,068$
Zinco (Zn)	mg kg ⁻¹	$\hat{Y} = 21,568$	$\hat{Y} = 24,757$	$\hat{Y} = 16,940$	$\hat{Y} = 22,840$

* Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste "t".

¹: As equações encontram-se na Figura 14.

²: As equações encontram-se na Figura 15.

5.20 Teor de nitrogênio total (N Total) nos tubérculos

Houve efeito de doses de N sobre as concentrações de N total nos tubérculos de todas as cultivares. Para Ágata e Asterix, o melhor ajuste foi o modelo quadrático, com valores máximos estimados de 1,45 e 1,65 dag kg⁻¹, respectivamente (Figura 14A e 14B); e para Atlantic e Monalisa, o melhor ajuste foi o modelo linear (Figura 14C e 14D). Não foi detectado N-NO₃⁻ na massa seca dos tubérculos, para todas as cultivares de batata.

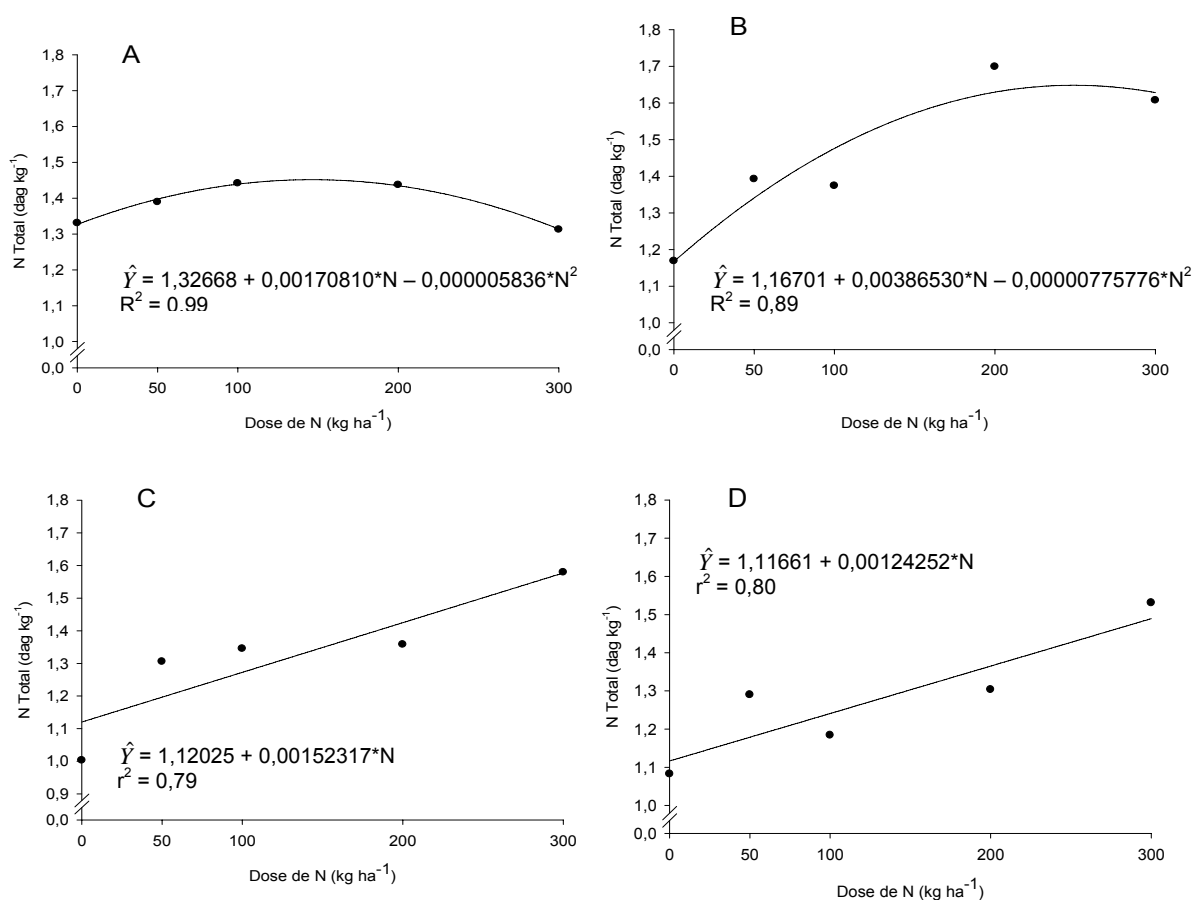


Figura 14: Teor de nitrogênio total (N Total) nos tubérculos de batata, das cultivares Ágata (A), Asterix (B), Atlantic (C) e Monalisa (D), em função das doses de Nitrogênio (N).

Houve efeito de doses de N sobre o teor de Cobre (Cu) e de Manganês (Mn), na massa seca nos tubérculos de Asterix e Atlantic, e sobre o teor de Manganês (Mn) nos tubérculos de Monalisa. As respostas foram lineares e estão demonstradas na Figura 15.

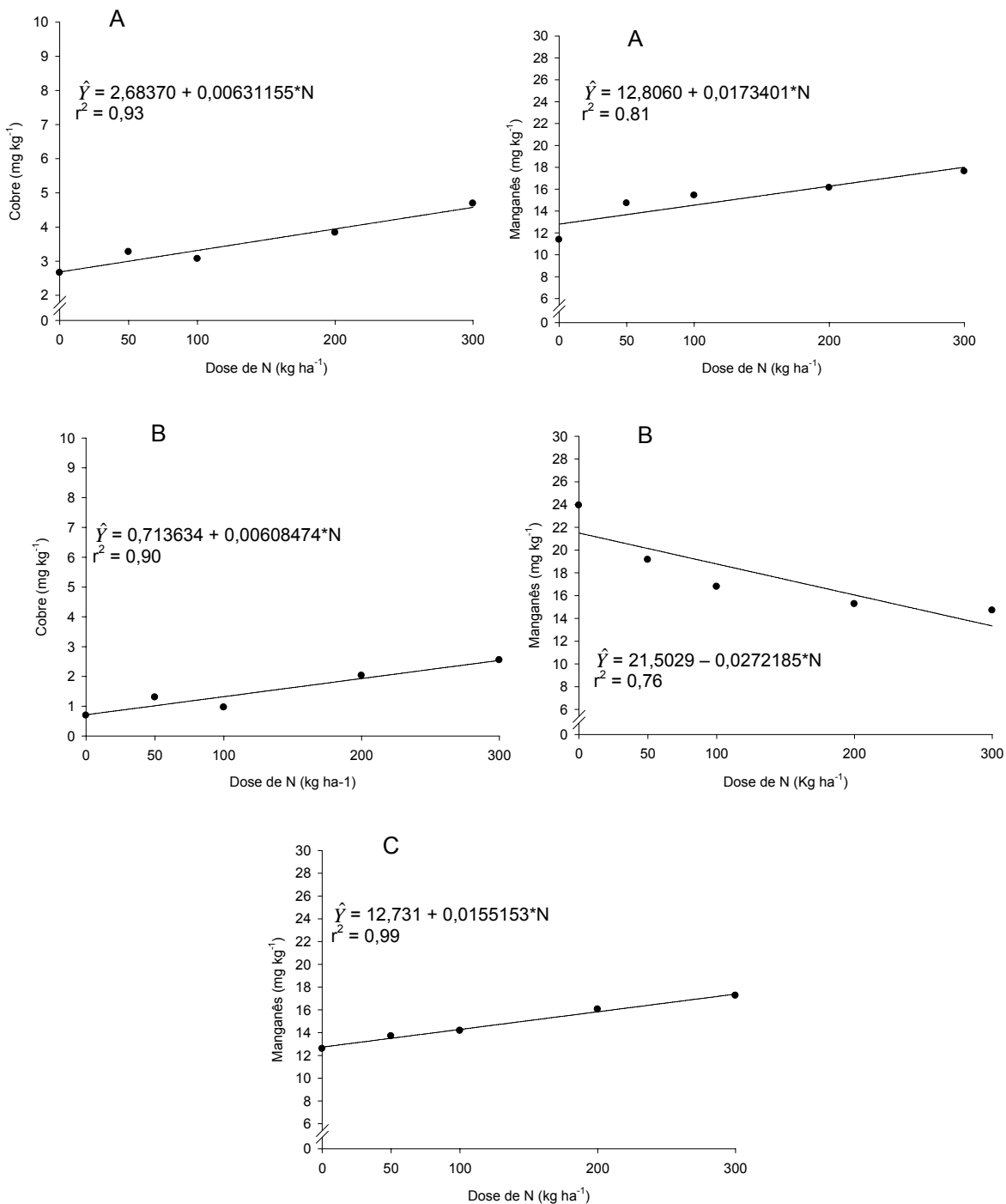


Figura 15: Teores de Cobre (Cu) e Manganês (Mn) na massa seca de tubérculos das cultivares Asterix (B), Atlantic (C) e Monalisa (D), em função das doses de Nitrogênio (N).

5.21 Acúmulo de nutrientes minerais nos tubérculos

As relações entre doses de N e acúmulo de nutrientes na massa seca dos tubérculos estão mostradas nas Tabelas 7, 8, 9 e 10 para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente. Para o acúmulo de N e Mn, houve efeito de doses de N para todas as cultivares. Para o acúmulo dos demais nutrientes, o efeito de doses de N dependeu da cultivar.

Tabela 7: Equações ajustadas para o acúmulo dos nutrientes na massa seca de tubérculos, em função das doses de Nitrogênio (N), da cultivar Ágata.

Nutriente	Unidade	Equações ajustadas	R ² /r ²
Nitrogênio total	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 69,8520 + 0,211649*N - 0,000649625*N^2$	0,99
Fósforo (P)	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 14,1899 + 0,0125084*\sqrt{N} - 0,0658007*N$	0,93
Potássio (K)	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 142,435 + 0,0677773*\sqrt{N} - 0,329564*N$	0,93
Cálcio (Ca)	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 40,92$	-
Magnésio (Mg)	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 5,46$	-
Enxofre (S)	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 7,74238 + 0,244125*\sqrt{N} - 0,0101768*N$	0,96
Cobre (Cu)	g ha ⁻¹	$\hat{Y} = 16$	-
Manganês (Mn)	g ha ⁻¹	$\hat{Y} = 71,3848 + 0,298876*N - 0,000873395*N^2$	0,93
Ferro (Fe)	g ha ⁻¹	$\hat{Y} = 1386,39 + 24,3410*N - 0,0741287*N^2$	0,71
Zinco (Zn)	g ha ⁻¹	$\hat{Y} = 124$	-

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t".

Tabela 8: Equações ajustadas para o acúmulo dos nutrientes na massa seca de tubérculos, em função das doses de Nitrogênio (N), da cultivar Asterix.

Nutriente	Unidade	Equações ajustadas	R ² /r ²
Nitrogênio total	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 51,3372 + 0,413615*N - 0,000911295*N^2$	0,99
Fósforo (P)	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 13,7873 + 0,0118454*N$	0,82
Potássio (K)	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 111,610 + 0,100892*N$	0,63
Cálcio (Ca)	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 26,8368 + 0,0799106*N - 0,000185362*N^2$	0,94
Magnésio (Mg)	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 2,71789 + 0,0137484*N - 0,0000355790*N^2$	0,98
Enxofre (S)	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 5,45546 + 0,196688*\sqrt{N} - 0,00381336*N$	0,79
Cobre (Cu)	g ha ⁻¹	$\hat{Y} = 13,0372 + 0,0473498*N$	0,98
Manganês (Mn)	g ha ⁻¹	$\hat{Y} = 62,9627 + 0,148958*N$	0,76
Ferro (Fe)	g ha ⁻¹	$\hat{Y} = 2322$	-
Zinco (Zn)	g ha ⁻¹	$\hat{Y} = 134$	-

* Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste "t".

Tabela 9: Equações ajustadas para o acúmulo dos nutrientes na massa seca de tubérculos, em função das doses de Nitrogênio (N), da cultivar Atlantic.

Nutriente	Unidade	Equações ajustadas	R ² /r ²
Nitrogênio total	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 73,4088 + 0,442818*N - 0,000919229*N^2$	0,94
Fósforo (P)	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 19,9911 + 0,0729280*N - 0,000236526*N^2$	0,95
Potássio (K)	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 199,50$	-
Cálcio (Ca)	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 48,7479 + 0,158078*N - 0,000422393*N^2$	0,91
Magnésio (Mg)	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 6,89$	-
Enxofre (S)	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 10,6923 + 0,0420304*N - 0,000125093*N^2$	0,89
Cobre (Cu)	g ha ⁻¹	$\hat{Y} = 5,29175 + 0,0527424*N$	0,90
Manganês (Mn)	g ha ⁻¹	$\hat{Y} = 156,696 - 0,129796*N$	0,87
Ferro (Fe)	g ha ⁻¹	$\hat{Y} = 3481$	-
Zinco (Zn)	g ha ⁻¹	$\hat{Y} = 134$	-

* Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste "t".

Tabela 10: Equações ajustadas para o acúmulo dos nutrientes na massa seca de tubérculos, em função das doses de Nitrogênio (N), da cultivar Monalisa.

Nutriente	Unidade	Equações ajustadas	R²/r²
Nitrogênio total	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 49,4620 + 0,0758855*N$	0,90
Fósforo (P)	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 10,4993 + 0,0100966*N$	0,73
Potássio (K)	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 110,62$	-
Cálcio (Ca)	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 29,18$	-
Magnésio (Mg)	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 3,38$	-
Enxofre (S)	kg ha ⁻¹	$\hat{Y} = 5,92$	-
Cobre (Cu)	g ha ⁻¹	$\hat{Y} = 8,54643 + 0,0224932*N$	0,99
Manganês (Mn)	g ha ⁻¹	$\hat{Y} = 52,3797 + 0,206401*N - 0,000374053*N^2$	0,99
Ferro (Fe)	g ha ⁻¹	$\hat{Y} = 2143$	-
Zinco (Zn)	g ha ⁻¹	$\hat{Y} = 106$	-

* : Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste "t".

6. DISCUSSÃO

Houve efeito de doses de N sobre o número (NTU) e sobre a massa de tubérculos (MTU) da classe II, para a cultivar Ágata; MTU da classe II, para a cultivar Atlantic; e MTU da classe III para a cultivar Asterix. O número de haste associado à dose ótima de N foi 4,7 (Busato, 2007). Bregagnoli (2006) relatou que o NTU por planta está correlacionado com o número de hastes. Busato (2007), trabalhando com essas cultivares, encontrou aumento linear no número de hastes para a cultivar Ágata com elevação na dose de N; em Asterix, Atlantic e Monalisa, não houve efeito de doses de N sobre o número de hastes.

Os valores de NTU e MTU das classes II e III, obtidos na parcela adubada com a dose ótima de N (DON), a que propiciou a máxima produtividade de tubérculo comercial, foram 4,30, 3,02, 3,43, 3,10, e 477,99; 369,45, 583,81, 362,95, e 3,34; 3,60, 0,60, 1,92 e 141,14; 174,48, 29,42 e 79,64, para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente. Uma característica importante é a área foliar, pois sua redução é um fator limitante fisiológico na utilização da energia solar, que repercute na produção final. Para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, Busato (2007) encontrou valores de área foliar de 3935,35; 4188,51; 4460,83; e 2234,21 cm², respectivamente.

Em estudo realizado com a cultura da batata, Gil (2001) relatou que houve decréscimo da produção de tubérculos da classe I, com acréscimo da dose de N aplicada em pré-plantio. A produção da classe II aumentou de forma quadrática com a elevação das doses de N, e na classe III não foi observado efeito de doses de N.

O teor de MS é aspecto relevante para o processo industrial, sendo critério preponderante para a indústria classificar os tubérculos. No presente estudo, não houve efeito de doses de N sobre essa característica que foi, aparentemente, influenciada pelo fator genético. Dentre as cultivares estudadas, a Atlantic apresentou 21,45% de MS, e, com isso, pode-se considerar essa cultivar de boa

qualidade para o processamento industrial (Capezio et al., 1992/93). Com esse alto teor de MS, há redução na absorção de gordura durante a fritura, o que resulta em “chips” mais crocantes (Lulai & Orr, 1979). Esses resultados diferem dos encontrados por Oliveira et al. (2006) e Mallmann (2001) que relataram que o aumento na dose de N pode reduzir o teor de MS nos tubérculos.

Ao se multiplicar a produtividade de tubérculos pelo teor de MS, tem-se como resultado o acúmulo de MS; a cultivar adequada para a indústria é aquela que apresenta alta produtividade e teor de MS superior a 20%. Nos quatro experimentos, houve efeito de doses de N sobre o acúmulo de MS. A cultivar Atlantic apresentou 21,45% de MS, o que indica que esta cultivar apresenta qualidade para atender à exigência da indústria. Com base na DON, o acúmulo de MS foi 6,03; 6,05; 8,68; e 4,97 t ha⁻¹ para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente.

É comum observar tubérculos de batata com a coloração esverdeada, devido à síntese e ao acúmulo de clorofila na periderme, acompanhados pela formação de glicoalcalóides. Isso ocorre em presença de luz e temperatura superior a 5 °C, e mais intensamente em cultivares de película clara, pois a película escura pode ocultar da visão a coloração esverdeada da clorofila formada. No presente estudo, a avaliação do esverdeamento de tubérculos lavados e não lavados mostrou que a aplicação de doses crescentes de N aumentou o esverdeamento dos mesmos, avaliado tanto pelo SPAD quanto por escala de notas.

O período de 25 dias de armazenamento não foi suficiente para a determinação de um ponto de máximo esverdeamento, obtido pelo índice SPAD, em tubérculos lavados, nas cultivares Asterix, Atlantic e Monalisa. Pode-se inferir que a concentração máxima de clorofila não foi atingida. Segundo Akeley et al. (1962), a concentração máxima de clorofila pode ser atingida após 40 dias de exposição à luz, ficando estável até os 60 dias.

Todas as cultivares acentuaram o esverdeamento no decorrer do tempo de exposição à luz. Após 25 dias, os valores SPAD ou índice de esverdeamento, medido nos tubérculos lavados e não lavados obtidos na parcela adubada com DON, foram 6,81; 13,18; 9,14; 3,17 e 6,94; 10,17; 9,44; 4,27, para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente. As cultivares Ágata e Monalisa têm a película amarelada, a Atlantic tem a película branca e, em Asterix, a película é avermelhada. Os cultivares que apresentam película clara esverdeiam mais facilmente do que os de película escura, fator que pode ser decorrente da maior sensibilidade ao esverdeamento e, ou da explicitação da coloração esverdeada.

O valor do índice de esverdeamento em tubérculos lavados, pelo SPAD, aos 25 dias de exposição à luz, para a Asterix foi alto, em relação às demais cultivares, pois no momento da colheita este valor já estava elevado; possivelmente, devido à mistura de pigmentos arroxeados e verdes, presentes em sua periderme. Esses pigmentos podem mascarar a presença da clorofila ali encontrada, contribuindo, assim, para alta leitura SPAD. Os resultados do presente experimento apresentam similaridade com os resultados de Brune & Melo (2005), que trabalharam com a avaliação do esverdeamento de 29 clones de batata. Esses autores relataram que, com o aumento do tempo de exposição à luz, houve aumento do esverdeamento em todos os genótipos. Feltran (2004), trabalhando com cultivares de batata, observou que, ao final do tempo de armazenamento, com a utilização do índice SPAD, os tubérculos de cultivares de batata apresentaram variação de 1,2 a 23,2. No presente estudo, a cultivar Asterix apresentou o maior valor da leitura SPAD que foi 13,81 com a dose de 300 kg ha⁻¹, e a menor leitura foi 2,02, obtida com a dose de 0 kg ha⁻¹ com a cultivar Monalisa. Essa cultivar também apresentou menor valor da leitura SPAD nos tubérculos lavados do que as cultivares Ágata, Asterix e Atlantic, possivelmente devido à baixa síntese e ao acúmulo de clorofila na periderme.

Pela escala de notas, os tubérculos lavados das cultivares Asterix e Monalisa e os não lavados da cultivar Monalisa, não houve efeito de doses de N sobre o esverdeamento dos mesmos.

Com o passar do tempo, em todas as cultivares, avaliadas por escala de notas, o esverdeamento dos tubérculos lavados e não lavados aumentou. Aos 25 dias, para os tubérculos expostos à luz, os valores de esverdeamento de tubérculos, avaliados por escala de notas, obtidos na parcela adubada com a DON, foram de 1,28; 1,04; 1,49; e 2,65 em tubérculos lavados e 2,82; 2,53; 2,28; e 4,08 em tubérculos não lavados, nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente.

O menor esverdeamento dos tubérculos não lavados deve-se à presença de resíduo de solo aderida à película externa que protege os tubérculos da exposição à luz. Os resultados estão de acordo com Zílio et al. (2007) que, trabalhando com esverdeamento de tubérculos lavados e não lavados, avaliados por escala de notas, relataram que os tubérculos na condição lavada, independente da cultivar, esverdearam mais rapidamente e tiveram maior intensidade de esverdeamento em relação à condição não lavada.

No Brasil, é comum a prática de lavar os tubérculos antes da comercialização e transportá-los em sacos rentilhados; com isso, há aumento do esverdeamento nos tubérculos e, conseqüentemente, diminuição da aceitação dos tubérculos no mercado consumidor. Para minimizar o esverdeamento, a lavagem dos tubérculos poderia ser realizada em momentos próximos da comercialização e da utilização.

Um dos fatores de produção mais importantes para a cultura da batata são o estado fisiológico dos tubérculos-semente e o correspondente desenvolvimento da brotação no ato do plantio. Nas condições brasileiras, em que o ciclo da cultura é bastante curto, estes fatores devem, obrigatoriamente, promover rápida e uniforme emergência das plantas, para alcançar o máximo desenvolvimento vegetativo, no menor período de tempo. Para isso, os tubérculos devem apresentar brotos curtos, vigorosos e capazes de proporcionar rápido desenvolvimento vegetativo da cultura, em condições de solo adequado (Castro, 1976). Para os resultados do número de gemas brotadas, observou-se não haver efeito de doses de N, tanto nos tubérculos lavados quanto nos não lavados.

A perda de massa fresca dos tubérculos armazenados em temperatura ambiente foi influenciada por doses de N, para todas as cultivares, exceto para Asterix, que atingiu valor médio de 8,09%. A perda de massa fresca dos tubérculos armazenados em câmara fria foi influenciada por doses de N, para as cultivares Ágata e Monalisa. Para os tubérculos armazenados à temperatura ambiente das cultivares Ágata e Monalisa, e para os armazenados em câmara fria, da cultivar Ágata, houve a possibilidade de ajustar modelo de difícil explicação biológica.

O N pode ter aumentado a concentração de ácido giberélico (GA_3) nos tubérculos, da cultivar Ágata, armazenados em temperatura ambiente, acarretando a brotação precoce em relação às demais cultivares. Isso pode ter contribuído para o aumento da perda de massa fresca nos tubérculos com a elevação da dose de 200 $kg\ ha^{-1}$ para 300 $kg\ ha^{-1}$.

O aumento da respiração e transpiração promove degradação das substâncias de reservas e diminuição do teor de água nos tubérculos, propiciando uma aparente maior perda de massa fresca daqueles armazenados à temperatura ambiente. Os resultados do presente experimento confirmam que a redução na temperatura de armazenamento para 5 °C aumentou o período de dormência dos tubérculos, atrasando o envelhecimento fisiológico. Trabalhando com qualidade de processamento e envelhecimento fisiológico de cultivares de batata, Freitas (2006) observou que tubérculos produzidos na primavera e armazenados a 12 e 25 °C

tiveram perda de massa fresca e respiração, mais elevada em relação aos tubérculos produzidos no outono, ao longo do armazenamento. Este mesmo autor relatou que houve perda de massa fresca entre 15 e 20%, em temperatura de 12 °C. Os resultados de perda de massa fresca dos quatro experimentos estão abaixo do encontrado por Freitas (2006). Este autor relatou que os tubérculos da cultivar Asterix, armazenados a 25 °C, por 180 dias, perderam cerca de 20% da massa fresca. Os resultados dos quatro presentes experimentos ficaram abaixo do encontrado por Freitas (2006), possivelmente devido às distintas condições de produção dos tubérculos, adubação nitrogenada, precipitação, tipo de solo, entre outras.

Na literatura, não foram encontrados trabalhos que enfatizassem o efeito de doses de N sobre o pH, a acidez titulável e os sólidos solúveis totais nos tubérculos de cultivares de batata. Nos quatro experimentos, não houve efeito de doses de N sobre o pH dos tubérculos de todas as cultivares. O pH da polpa de tubérculos indica a possibilidade de ocorrer a deterioração do alimento, com o crescimento de microrganismos e de atividade enzimática (Cecchi, 1999). Quanto menor for o pH da polpa dos tubérculos, menor será também a probabilidade de fermentação. Desta forma, o pH pode regular a atividade enzimática (Lehninger, 1988), sendo que as enzimas fosforilase, responsáveis pela quebra do amido em glicose 1-P (Davies, 1990) e invertase, responsável pela quebra da sacarose em glicose e frutose (Sowokinos, 1990), são as que interferem na qualidade final dos tubérculos. As fosforilases apresentam atividade máxima em pH 5,5 (Iritani & Weller, 1973), e a invertase ácida do vacúolo, em pH 4,7 (Pressey, 1969). De acordo com os resultados do presente experimento, provavelmente ocorrerá mais atuação da fosforilase, com a quebra do amido em glicose 1-P para gerar energia no processo respiratório, do que da invertase, devido ao substrato da faixa de pH em que se encontravam os tubérculos das quatro cultivares.

Houve efeito de doses de N sobre a acidez titulável nos tubérculos das cultivares Ágata e Atlantic. Por outro lado, nos tubérculos das cultivares Asterix e Monalisa não houve efeito de doses de N. Os valores da acidez titulável associados a DON, foram 0,216; 0,204; 0,214 e 0,186% para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente. Estes valores estão ligeiramente superiores aos encontrados por Feltran (2002), que relatou variação de 0,140 a 0,178% de acidez titulável entre 18 cultivares. A acidez titulável influencia o sabor e o odor nos tubérculos e relaciona-se com os ácidos orgânicos existentes nos mesmos. Baixos

teores são correlacionados com baixa taxa de respiração, que influi na conversão do amido em açúcar (Cecchi, 1999).

Existe correlação entre o índice de refração e a porcentagem de açúcares (°Brix), ácidos e íons detectados pelo refratômetro, proveniente das terminações reductoras da molécula de amido. No presente estudo, houve efeito de doses de N sobre o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) para todas as cultivares. As cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, associada a DON, apresentaram 5,32; 5,12; 6,07 e 4,93 °Brix, respectivamente. O alto teor de °Brix, encontrado na cultivar Atlantic, além da característica varietal, pode ter ocorrido devido à conversão do amido em açúcares durante o armazenamento a 5°C (Deiting et al., 1998). Feltran (2002), trabalhando com 18 clones de batata, obteve valores de °Brix, que variam de 3,91 a 6,72; e Robles (2003) também encontrou valores de 5,47 a 5,94 °Brix nos tubérculos.

Neste experimento, não houve efeito de doses de N sobre a incidência de coração oco. Esse distúrbio é caracterizado por manchas marrons internas nos tubérculos, causadas por rápido crescimento. Feibert et al. (1998), trabalhando com diferentes lâminas de irrigação e adubação nitrogenada, e Porter & Sisson (1991), trabalhando com diferentes sistemas de cultivo e doses de N, relataram não ter encontrado esta desordem nos tubérculos. McCready & Stark (1989) concluíram que a incidência desta desordem depende da época de aplicação de N; os autores aplicaram 30 kg ha⁻¹ de N, durante três semanas, logo após o início da tuberização, o que resultou, significativamente, em alta porcentagem de coração oco. O oposto ocorreu quando a mesma dose de N foi aplicada no plantio ou em doses menores durante o período de seis semanas consecutivas. Os resultados dos quatro presentes experimentos, referentes à incidência de coração oco, contradisseram os resultados de Burton (1989), o qual relatou que a falta ou o excesso de N pode levar à ocorrência de coração oco. Sparrow & Chapman (2003) realizaram treze experimentos com o N; em um deles detectaram aumento na incidência de coração oco e indicaram a umidade do solo como contribuinte para esse fenômeno. Nos quatro experimentos do presente trabalho, as irrigações foram mantidas, deixando o solo próximo da capacidade de campo. Aparentemente, o manejo da irrigação é mais importante para a incidência destes distúrbios do que a adubação nitrogenada. A ausência de coração oco indica que o manejo da irrigação foi apropriado para estes quatro experimentos.

Não houve efeito de doses de N sobre o teor de amido, expresso tanto em massa fresca quanto em massa seca, para todas as cultivares. O valor do teor de amido variou de 10,97 a 13,32 g/100 MF e de 52,82 a 79,36 g/100 MS, confirmando, em parte, os resultados obtidos por Pereira (1987). O teor de amido compõe 65 a 80% da MS dos tubérculos (Pereira, 1987) ou 9 a 18% da MF (Borgstron, 1976). Diversos fatores, como cultivar, época do ano, temperatura e tempo de armazenamento, podem influenciar o teor de amido nos tubérculos (Nourian et al., 2003). Feltran (2002) encontrou teores de amido para as cultivares Ágata e Asterix de 66,0 e 66,2 g/100g MS, respectivamente. Pereira (1987) encontrou cerca de 80 g/100g MS nos tubérculos de batata. Pastorini et al. (2003) relataram valores de amido de 5,4 g/100 g MF e 11,6 g/100 g MF para a cultivar Atlantic, aos 100 e 99 dias após o plantio, respectivamente. Freire et al. (1981) relataram que o excesso de N diminui o teor de amido dos tubérculos, fato não encontrado nestes quatro experimentos. Chapper et al. (2002), trabalhando com as cultivares Pérola e Atlantic, aos 30 dias de armazenamento dos tubérculos à temperatura de 2 ± 1 °C, obtiveram cerca de 11,20 e 21,20 g/100 g MF de amido da cultivar Atlantic, em plantios realizados nas estações de outono e primavera, respectivamente. Para a condição de armazenamento à temperatura ambiente, relataram ter encontrado, respectivamente, cerca de 16,0 g/100 g MF e 14,20 g/100 g MF da cultivar Atlantic, em plantios realizados nas estações de outono e primavera, determinados na região central dos tubérculos,

O teor de AST está relacionado à atividade das enzimas responsáveis pela degradação do amido e pela redução da atividade respiratória, o que resulta no acúmulo desses carboidratos. Condições de baixa temperatura (4 a 6° C) estimulam o acúmulo de açúcares solúveis, principalmente glicose e frutose (açúcares redutores), o que leva ao adoçamento nos tubérculos (Rees et al., 1981; Kumar et al., 2004). Esses tubérculos, ao serem utilizados para processamento, têm como resultado produtos de coloração escura e, posteriormente, com extensão do processo de fritura à queima do produto (caramelização), resulta em sabor amargo (Shallenberger et al., 1959).

Não houve efeito de dose de N sobre o teor de AST para as cultivares Atlantic e Monalisa. Após um mês de armazenamento dos tubérculos à temperatura de 5 °C, os valores de AST associados a DON foram 1,56; 1,00; 0,84; 1,44 g/100 g MF e 9,45; 6,02; 3,93; 8,58 g/100 g MS. Chapper et al. (2002), trabalhando com as cultivares Pérola e Atlantic, aos 30 dias de armazenamento dos tubérculos à

temperatura de 2 ± 1 °C, obtiveram cerca de 4 g/100 g MF e 5 g/100 g MF de AST, na região central dos tubérculos da cultivar Atlantic, em plantios realizados nas estações de outono e primavera, respectivamente. Para a condição de armazenamento à temperatura ambiente, relataram ter encontrado cerca de 1 g/100 g MF e 0,5 g/100 g MF de AST, na região central dos tubérculos da cultivar Atlantic, em plantios realizados nas estações de outono e primavera, respectivamente. Pastorini et al. (2003) encontraram nas três classes de comercialização valor médio de 1,67 g/100g de MF de AST, nos tubérculos da cultivar Atlantic e 1,79 g/100g de MF de AST para a cultivar Pérola.

Para o AR, houve efeito de doses de N apenas para as cultivares Ágata e Monalisa. Para os teores de AR associados a DON foram 1,55; 0,90; 0,50; 1,31 g/100 g MF e 9,34; 5,46; 2,34; 7,92 g/100 g MS para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente.

Nos quatro experimentos, os teores de AR foram relativamente superiores ao encontrado por Nelson et al. (1998), que foi de 0,20 g/100g MF. Esse fato ocorreu devido ao fato de os tubérculos terem permanecido armazenados por um mês em câmara fria a 5 °C, ocorrendo, nesse período, a quebra do amido e o acúmulo de AR. Nourian et al. (2003), relataram em seu estudo que a degradação do amido ocorre rapidamente com a diminuição da temperatura, enquanto a variação dos açúcares totais e redutores está diretamente relacionada ao tempo de armazenamento. Pereira (1987) relatou que tubérculos com mais de 2 g/100 g MS de AR são inaceitáveis para o processamento. Sabe-se que a quantidade de açúcares acumulados em resposta ao frio varia grandemente com a cultivar e com a temperatura de armazenamento. Os resultados dos quatro experimentos não estão de acordo com o encontrado por Roe et al., (1990) que relataram que o aumento das doses de fertilização nitrogenada diminui o teor de AR nos tubérculos.

Não foi detectado N-NO_3^- na massa seca dos tubérculos, para todas as cultivares. O incremento na dose de N propiciou aumento tanto no teor quanto no acúmulo de N total nos tubérculos. Guimarães (1998), trabalhando com a cultura do tomateiro, relatou que o teor de N total presente no limbo das folhas amostradas constitui-se em maior parte por N-orgânico, sendo pequena a contribuição do N-NO_3^- . Esse fato também foi observado nos tubérculos das quatro cultivares. Caracterizar o teor de N-NO_3^- nos tubérculos é importante, pois esta caracterização pode influenciar na qualidade dos tubérculos processados e nas características nutricionais (Amrein et al., 2003). Baseado em número de pesquisa, Woese et al.

(1995) declararam que cultivos com fertilizantes orgânicos tendem a acumular menos N-NO_3^- do que cultivos que utilizam fertilizantes minerais. Zebarth et. al. (2004) relataram aumento no teor de N-NO_3^- nos tubérculos de batata com a elevação das doses de N; e sob estresse de umidade, estes autores, explicaram que esse aumento no teor de N-NO_3^- provavelmente, se deve ao excesso de umidade naquele ano de cultivo.

Os valores do teor e do acúmulo de N total, determinados na massa seca dos tubérculos, associados a DON, foram de 1,44; 1,63; 1,38; e 1,35 dag kg^{-1} e 87,07; 98,07; 122,80; e 64,12 kg ha^{-1} para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente. Os valores referentes ao teor de N total estão de acordo com Walworth & Muniz (1993), que encontraram 1,38 dag kg^{-1} nos tubérculos, no final do ciclo da batateira. Consorte (2001) relatou que o teor de N nos tubérculos decresce com o avanço do desenvolvimento vegetativo da batateira; e encontrou valor de 1,5 dag kg^{-1} , aos 102 dias após a emergência.

Os valores do acúmulo de N total nos tubérculos estão superiores aos encontrados por Paula et.al. (1986a), que relataram 27,13 e 42,60 kg ha^{-1} , para as cultivares Achat e Mantiqueira, respectivamente; e estão próximos aos resultados de Yorinori (2003), que encontrou 122,20 e 114,01 kg ha^{-1} , nas safras das águas e seca, respectivamente. Gil (2001), pesquisando o uso da adubação com doses de N, realizada em plantio e em cobertura, tendo como fonte o sulfato de amônio, relatou que o teor e o acúmulo de N-orgânico nos tubérculos aumentaram de forma linear e quadrática, nesta ordem, com o incremento das doses de N. Porém, os aumentos foram cada vez menores, chegando até a diminuir o teor de N-orgânico dos tubérculos com as maiores doses de N aplicadas.

Não houve efeito de dose de N sobre o teor de P na massa seca dos tubérculos, para todas as cultivares. Os valores médios do teor de P na massa seca dos tubérculos foram 0,31; 0,28; 0,29; e 0,25 dag kg^{-1} para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente. Para o acúmulo de P nos tubérculos, houve efeito de dose de N nos quatro experimentos. O acúmulo de P, associado a DON, foi 19,34; 16,30; 25,50; e 12,45 kg ha^{-1} , para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente. Os resultados apresentam similaridades aos encontrados por Consorte (2001), o qual relatou que o teor de P, aos 102 dias após a emergência, foi 1,7 g kg^{-1} e superior ao de Vivancos (1984), que foi 0,8 g kg^{-1} . Walworth & Muniz (1993) encontraram 1,4 g kg^{-1} de P em tubérculos na colheita.

Paula et al. (1986a) encontraram valores menores do que o encontrado neste experimento.

O teor de K não foi influenciado por doses de N. Os valores médios de K determinados na massa seca dos tubérculos foram 2,90; 2,31; 2,52; e 2,40 dag kg⁻¹ de K. Para o acúmulo de K nos tubérculos, houve efeito de dose de N para as cultivares Ágata e Asterix. As cultivares Atlantic e Monalisa apresentaram valores médios de 199,5 e 110,62 kg ha⁻¹ de K. O acúmulo de K associado a DON foi 87,88; 133,02; 199,50; e 110,62 kg ha⁻¹, para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente. Bregagnoli (2006) relatou em seu estudo que o teor de K na massa seca dos tubérculos variou de 2,10 a 2,97 dag kg⁻¹. Consorte (2001) encontrou que o teor de K nos tubérculos foi 2,44 dag kg⁻¹, aos 102 DAE. Por outro lado, Feltran & Lemos (2001) obtiveram maiores valores de K de 3,51 a 4,55 dag kg⁻¹. Segundo Fontes (2001), o acúmulo de K varia em função da produção de massa seca, do índice de colheita e de fatores ambientais que interferem nos processos de crescimento e absorção mineral. Yorinori (2003) relatou que, na safra das águas, o acúmulo máximo de K nos tubérculos foi 102,44 kg ha⁻¹ e, na seca, foi 33,43 kg ha⁻¹.

Não houve efeito de dose de N sobre o teor de Ca nos tubérculos, nos quatro experimentos. Os valores médios foram 0,72; 0,59; 0,72; e 0,63dag kg⁻¹ de Ca. Para o acúmulo de Ca nos tubérculos, houve efeito de dose de N para as cultivares Asterix e Atlantic. As cultivares Ágata e Monalisa apresentaram valores médios de 40,92 e 29,18 kg ha⁻¹ de Ca. O acúmulo de Ca associado a DON foi de 40,92; 35,44; 63,48; e 29,18 kg ha⁻¹, para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente. Bregagnoli (2006) encontrou valores referentes ao teor de Ca de 0,04 a 0,09 dag kg⁻¹, resultados estes muito inferiores aos encontrados neste experimento. Fontes (1997) tem relatado que baixos teores de Ca nos tubérculos têm sido associados à maior susceptibilidade à podridão-mole, causada por *Erwinia carotovora*, e às manchas internas marrons, também chamadas de coração oco. Tanto a severidade quanto a porcentagem de tubérculos com essa anomalia variam com o ano, com o solo, com o regime hídrico, com o programa de adubação, com a época de plantio, e com as cultivares. Os altos valores do teor e os acúmulos de Ca aqui encontrados podem ter sido influenciados por diversos fatores, tais como: classe de solo, genótipo, posicionamento do adubo que contem Ca, presença competitiva de cátions, como NH₄⁺, K⁺ e Na⁺ e condições ambientais (Fontes, 1997).

Não houve efeito de doses de N sobre o teor de Mg na massa seca dos tubérculos de todas as cultivares de batata. Os valores médios do teor de Mg foram

0,0959; 0,0644; 0,0876; e 0,0733 dag kg⁻¹ de Mg. Houve efeito de doses de N sobre os acúmulos de Mg, apenas para a cultivar Asterix. O acúmulo de Mg associado a DON foi de 5,46; 4,03; 6,89; e 3,38 kg ha⁻¹ de Mg, para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente. Bregagnoli (2006) encontrou resultados similares aos deste experimento. Por outro lado, Feltran & Lemos (2001) obtiveram maiores valores no teor de Mg, de 0,13 a 0,28 dag kg⁻¹, respectivamente. Os acúmulos de Mg nos tubérculos das quatro cultivares estão de acordo com os resultados encontrados por (Yorinori, 2003), que relatou valor de 5,04 e 4,86 kg ha⁻¹, para as safras das águas e seca, respectivamente. Paula et al., (1986a) relataram valores de 1,97 e 3,11 kg ha⁻¹, para as cultivares Achat e Mantiqueira, respectivamente.

Não houve efeito de dose de N sobre o teor de S nos tubérculos, nos quatro experimentos. Os valores médios do teor de S na massa seca dos tubérculos foram 0,15; 0,12; 0,16; e 0,13 dag kg⁻¹ de S. Com relação ao acúmulo de S nos tubérculos, houve efeito de doses de N para todas as cultivares, exceto para a cultivar Monalisa. O acúmulo de S associado a DON foi de 9,19; 7,51; 14,21; e 5,92 kg ha⁻¹ de S, para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente. Bregagnoli (2006) encontrou valores de 0,22; 0,18; e 0,17 dag kg⁻¹, para as cultivares Atlantic, Asterix e Lady Rosseta, em solo de alta fertilidade. Os resultados do acúmulo de S estão próximos do resultado de (Yorinori, 2003), que foi de 8,83 kg ha⁻¹ e superiores aos resultados de Paula et al. (1986a) que encontraram valor de 2,25 kg ha⁻¹ e 3,36 kg ha⁻¹ para as cultivares Achat e Mantiqueira, respectivamente.

Houve efeito de doses de N quanto ao teor de Cu na massa seca dos tubérculos, para as cultivares Asterix e Atlantic, o que promoveu aumento linear com a elevação das doses de N. Os valores médios das cultivares Ágata e Monalisa foram de 2,904 e 2,454 dag kg⁻¹ de Cu. Houve efeito de dose de N para todas as cultivares, exceto para a cultivar Ágata sobre o acúmulo de Cu. O acúmulo de Cu associado a DON foi de 16; 23,08; 14,54; e 12,89 kg ha⁻¹, para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente. Esses resultados do teor de Cu estão inferiores aos de Bregagnoli (2006), que relatou variação de 7,8 a 15,3 mg kg⁻¹. Paula et al. (1986b) relataram valores de 13 e 16,03 g ha⁻¹, portanto os resultados do presente estudo apresentam similaridade com os da autora.

Houve efeito de doses de N sobre o teor de Mn, promovendo aumento para as cultivares Asterix e Monalisa, e diminuição do teor de Mn, para a cultivar Atlantic, com a elevação das doses de N. A cultivar Ágata não foi influenciada por doses de

N. Para o acúmulo de Mn, houve efeito de doses de N para todas as cultivares. Os acúmulos de Mn associados a DON foram 96,94; 94,57; 179,46; e 64,61 g ha⁻¹, para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente.

Não houve efeito de doses de N sobre o teor e o acúmulo de Zn na massa seca dos tubérculos de todas as cultivares. Com relação ao teor e aos acúmulos de Zn associado a DON, os resultados foram 21,56; 24,75; 16,94; e 22,84 mg kg⁻¹, e 124; 134; 134; e 106 g ha⁻¹, para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente. Dunn & Rost (1948); Saffigna & Keeney (1977); Walworth & Muniz (1993) e Clough (1994) relataram que o teor de Mn e Zn na massa seca dos tubérculos, amostrados na colheita, estão na faixa de 11,3 a 13,4 mg kg⁻¹ e 17,0 a 18,0 mg kg⁻¹, respectivamente. O valor do teor de Mn e Zn obtidos com DON, para todas as cultivares, foram superiores aos teores observados pelos referidos autores.

Não houve efeito de doses de N sobre o teor de Fe para todas as cultivares de batata. Com relação ao acúmulo, houve efeito de doses de N apenas para a cultivar Ágata. Esses valores, associados a DON, foram de 3383,36; 2322; 3481; e 2143 g ha⁻¹, para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa, respectivamente. Os resultados do teor de Fe estão superiores aos encontrados por Bregagnoli (2006), que relatou valores variáveis de 129,3 a 148,3 mg kg⁻¹.

7. CONCLUSÕES

- O acúmulo de massa seca; o esverdeamento de tubérculos lavados, quantificado pelo SPAD-502; o teor de sólidos solúveis totais (°Brix); e o teor de N total, acúmulo de N total, P e Mn são influenciados por doses de N, em todas as cultivares.

- O teor de massa seca e amido; o pH; o número de gemas brotadas nos tubérculos lavados e não lavados; a incidência de coração oco; o teor de P, K, Ca, Mg, S, Fe e Zn; o acúmulo de Zn não são influenciados por doses de N, em todas as cultivares.

- Dependendo da cultivar, houve efeito de doses de N sobre as variáveis: número de tubérculos da classe II; a massa de tubérculos das classes II e III; o esverdeamento de tubérculo não lavado, quantificado pelo SPAD-502; o esverdeamento de tubérculo lavado e não lavado, medido por escala de nota; a diferença percentual de massa fresca de tubérculos armazenados em ambiente e câmara fria; acidez titulável; os teores de açúcar solúvel total, açúcares redutores, Cu e Mn; e o acúmulo de K, Ca, Mg, S, Cu e Fe nos tubérculos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP, 2007.

AKELEY, R.W.; HOUGLAND, G.V.L.; SCHARK, A.E. Genetic differences in potato tuber greening. **American Potato Journal**, v.39, 1962. pp. 409 – 417.

ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas**. 7. ed. São Paulo: Organização Andrei Editora Ltda, 2005. 1141p

AMREIN, T.M; BACHMANN, S.; NOTI, A.; BIEDERMANN, M.; BARBOSA, M.F.; BIEDERMANN-BREM, S. GROB, K.; KEISER, A.; REALINI, P.; ESCHER, F.; AMADO, R. Potential of acrylamide formation. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.51, 2003. p. 5556-5560.

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

ABBA - ASSOCIAÇÃO DA BATATA BRASILEIRA, **Batata variedades**: http://www.abbabatatabrasileira.com.br/abatata_variedades.htm, acesso em 27/02/2007.

BEDENDO, J. Ambiente e doença. In: BERGAMINI FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed). **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Ceres, 1995. pp. 331-341.

BÉLANGER, G.; WALSH, J. R., RICHARDS, J. E., MILBURN, P. H. and ZIAD, N. **Nitrogen fertilization and irrigation affects tuber characteristics of two potato cultivars**. *American Journal Potato Research*, New York, v.79, 2002. pp. 269-279.

BERBARI, S. **Processamento e rendimento industrial da batata pré-frita congelada**. In: SEMINARIO MINEIRO SOBRE PROCESSAMENTO DE BATATAS, 1, Pouso Alegre. Pouso Alegre: ABSMIG, 1 CD-ROM, 2005.

BURTON, W.G. **Challenges stress physiology in potato**. *American Potato Journal*, v.58, 1981. pp. 3-14.

- BURTON, W.G. **Post-harvest physiology of food crops**. Longman, London, 1982. 339 p.
- BURTON, W.G. **The Potato**. Longman Scientific and Technical. Harlow, 1989. 742 p.
- BUSATO, C. **Características da planta, teores de nitrogênio na folha e produtividade de tubérculos de cultivares de batata em função de doses de nitrogênio**. (Tese de Mestrado). Viçosa: UFV, 2007. 129 p.
- BORGSTTRON, G. Principles of food science. 2.ed. **Wesport: Food Nutrition**. v.1, 1976. 397 p
- BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B. **Determinação espectrofotométrica de Fósforo em extratos de solos e plantas**. Revista Ceres, Viçosa, v.21, n.113, 1974. pp.73-85.
- BLANHAR, C.M.; REHM, G.; CALDWELL, A.C. **Sulfurin plant material by digestion with nitric and perchloric acid**. Proceedings Soil Science Society of American. v.29, n.1, 1965. pp.71-72.
- BREGAGNOLI, M. **Quantidade e produtividade de cultivares de batata para indústria sob diferentes adubações**. (Tese de Doutorado). Piracicaba, 2006. 141 p.
- BRIERLEY, E.R; BONNER, P. L. R.; COBB, A. H. **Aspects of amino acid metabolism in stored potato tubers** (cv. Pentland Dell). Plant Science, v.127, 1997. pp. 17-24.
- BRUNE, S.; MELO, P.E. **Avaliação de esverdeamento pós-colheita de tubérculos de batata**. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento N°11**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005.
- CLOUGH, G.H. **Potato tuber yield, mineral concentration, and quality after calcium fertilization**. Journal of American Horticultural Science, v.119,1994. pp.175-179.
- CACACE, J.E.; HUARTE, M.A.; MONTI, M.C. **Evaluation of potato cooking quality in Argentina**. American Potato Journal, v.71, 1994. pp.145-153.
- CAPEZIO, S.; HUARTE, M.; CARROZZI, L. **Selección por peso específico en generaciones tempranas en el mejoramiento de la papa**. Revista Latino americana de la Papa, v.5/6, n.1, 1992/93. pp.54-63.
- CHAPPER, M.; BACARIN, M.A.; PEREIRA, A.S.; TERRIBLE, L.C. **Carboidratos não estruturais em tubérculos de dois genótipos de batata armazenados em duas temperaturas**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 20, n. 4, 2002. pp. 583-588.
- CASTRO, J.A. Forçamento da brotação em batata-semente. **Tecnologia e produção de batata-semente: coletânea de artigos técnicos**. Brasília: AGIPAN, 1976. 47 p.

- CAWSE, P.A. **The determination of nitrate in soil solution by ultraviolet spectrophotometry.** Analyst, v.9, 1967. pp. 309-313.
- CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos.** Campinas: Unicamp, 1999. 212 p.
- CEREDA, M. P.; VILPOUX, O.; TAKAHASHI, M. **Balço hidrostático como forma de avaliação do teor de massa seca e amido.** In: CEREDA, M. P. Tecnologia, usos e potencialidades de tubérculos amiláceas Latino Americanas, Botucatu: ONG Raízes, v.3, 2003. pp. 30-37.
- CONSORTE, J.E. **Produção e dose de cálcio e nitrogênio na nutrição e produção de batata (*Solanum tuberosum* L.) para a indústria.** (Tese de Doutorado). Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu, SP, 2001.
- DAVIES, H.V. **Carbohydrate metabolism during sprouting.** American Potato Journal, v.67, 1990. pp. 815-827.
- DEITING, U.; ZRENNER, R.; STITT, M. **Similar temperature requirement for sugar accumulation and for the induction of new forms of sucrose phosphate synthase and amylase in cold-stored potato tubers.** Plant, Cell and Environment, v.21, 1998. pp.127-138.
- DUBOIS, M.; GILLER, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A., and SMITH, F. **Colorimetric method for determinations of sugars and related substance.** Analytic Chemistry, v.28, 1956. pp.350-356.
- DUNN, E.E.; ROST, C.O. **Effect of fertilizers on the composition of potatoes grown in the Red River Valley of Minnesota.** Soil Science Society Proceedings, v. 13, 1948. pp. 374-379.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ) Sistema brasileiro de classificação de solos – Brasília: Embrapa. Produção de informação; Rio de Janeiro: **Embrapa**. Solos, 1999. 412 p.
- ENGELS, C.; MARSCHNER, H. Plant uptake and utilization of nitrogen. In: BACON, P. E. (Ed.). **Nitrogen fertilization in the environment.** New York: M. Dekker, 1995.
- ERREBHI, M.; ROSEN, C.J.; GRUPTA, S.C.; BIRONG, D.E. **Potato yield response and nitrate leaching as influenced by nitrogen management.** Agronomy Journal, Madison, v.90, 1998. pp.10-15.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C.A. **Growth and mineral nutrition of field crops.** 2. ed. New York: Marcel Dekker, 1997. 624p.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. **Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants.** Advance in Agronomy, v. 88, 2005. pp. 97-185.

- FEIBERT, E.B.G.; SHOCK, C.G.; SAUNDER, L.D. **Nitrogen fertilizer requirements of potatoes using carefully scheduled sprinkler irrigation.** HortScience, Alexandria, v.33, 1998. pp. 263-265.
- FELTRAN, J.C. **Determinação das características agronômicas, dos distúrbios fisiológicos, do estado nutricional da planta e da qualidade dos tubérculos em cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.).** (Tese de Mestrado). Botucatu – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, 2002. 117 p.
- FELTRAN, J.C. **Adubação mineral na cultura da batata e do residual do feijoeiro.** (Tese de Doutorado). Botucatu - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, 2004. 106p.
- FELTRAN, J.C.; LEMOS, L.B. **Determinação da extração de nutrientes em tubérculos de cultivares de batata.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE BATATA, 9; SEMINARIO NACIONAL DE BATATA SEMENTE, 9, Uberlândia: Anais. Uberlândia: UFU, 2001. pp.21-25.
- FERNANDES, M.S. **Nutrição Mineral de Plantas.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, 2006. 432 p.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Esverdeamento em cultivares de européias e brasileiras de batata expostas a luz natural indireta.** (Comunicado técnico, 23) Goiânia: EMGOPA, 1979. 6 p.
- FINGER, F. L.; FONTES, P. C. R. **Manejo pós-colheita da batata.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.20, n.197, 1999. pp. 105-111.
- FONTES, P.C.R. **Olericultura: teoria e prática.** In: Cultura da batata. Viçosa: UFV, 2005. pp. 323-343.
- FONTES, P.C.R. **Preparo do solo, nutrição mineral e adubação da batateira.** Viçosa, MG, UFV, 1997. 42 p.
- FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas.** Viçosa: UFV, 2001. 122p.
- FREIRE, F. M.; MARTINS FILHO, C. A. S.; MONNERAT, P. H. **Nutrição mineral e adubação da batata.** Informe Agropecuário. Belo Horizonte, v.7, n.76, 1981. pp. 24-29.
- FREITAS, S.T.; BISOGNIN, D.A.; GÓMEZ, A.C.S.; LIEGE, C.K.S.; COSTA, C. da.; RAMPELOTTO, M.V.; **Qualidade para processamento de clones de batata cultivados durante a primavera e outono no Rio Grande do Sul.** Ciência Rural, Santa Maria, v.36, n.1, 2006. pp. 80-85.
- FREITAS, S.T. **Qualidade de processamento e envelhecimento fisiológico de clones de batata produzidos durante a primavera e outono na região central do Rio Grande do Sul.** (Tese de mestrado). UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, UFSM, RS, 2006.

- GIL, P.T. **Índices e eficiência de utilização de nitrogênio pela batata influenciados por doses de nitrogênio em pré-plantio e em cobertura.** (Tese de Mestrado). Viçosa: UFV, 2001. 81 p.
- 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.** (Tese de Doutorado). Viçosa: UFV, 1998. 184p.
- HAYES, R.J.; THILL, C.A. **Selection for potato genotypes from diverse progenies that combine 4°C chipping with acceptable yields epecific gravity and tuber appearance.** Crop Science, Madison, v.42, 2003. pp. 1343-1347.
- HERBERT, J. Nitrogen. IN: BONNEAU, M.; SOUCHER, B. (Eds.). **Constituents and properties of soil.** New York: Academic Press, 1982. pp. 435-422.
- HEEMST, H. D. J. **The distribution of dry matter during growth of a potato crop.** Potato Research, v.29, n.1, 1986. pp. 55-56.
- HILLER, L. K.; KOLLER, D. C; THORNTON, R. E. **Physiological disorders of potato tubers.** In: LI, P. H. (Ed.). Potato physiology. Florida: Academic Press, 1985. pp. 389-455.
- IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. In: Levantamento sistemático da produção agrícola: Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/.../Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/12_2004.zip >. Acesso em 18 maio de 2005.
- ISHERWOOD, F.A. **Starch-sugar interconversion.** In: Solanum tuberosum Phytochemistry, v.12, 1973. pp. 2579–2591.
- IRITANI, W.M.; WELLER, L. **The development of translucent end tuber.** American Potato Journal, v.50, 1973. pp. 223-233.
- JACKSON, M.L. **Soil chemical analysis.** New Jersey: Prentice Hall, 1965. 498 p.
- KUMAR, D.; SINGH, B.P.; KUMAR, P. **An overview of the factors affecting sugar content of potatoes.** Annals of Applied Biology, v.145, 2004. pp. 247-256.
- LEHNINGER, A.L. **Princípios de bioquímica.** São Paulo: Sarvier, 1988. 725 p.
- LEONEL, M.; CEREDA, M.P. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE ALGUMAS TUBEROSAS AMILÁCEAS. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Campinas, v.22 n.1, 2002. pp. 65-69.
- LIMA, M.C. **A batata e seu processamento.** Viçosa, MG, UFV/Departamento de Tecnologia de Alimentos, 1985. 66 p. (Não publicado).
- LONG, C.M.; SNAPP, S.S.; DOUCHES, D.S.; CHASE, R.W. **Tuber yield, storability and quality of Michigan cultivars in response to nitrogen management and seedpiece spancing.** American Journal of Potato Research, v. 81, 2004. pp. 347-357.

- LOPES, A.S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L.R.G.; SILVA, C.A. **Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo**. São Paulo, SP: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2004.
- LULAI, E.C.; ORR, P.H. **Influence of potato specific gravity on yield and content of chips**. American Potato Journal, v.56, 1979. pp. 379-390.
- MALAVOLTA, E.; DANTAS, J.P. **Nutrição e adubação do milho**. In: PATERNIANI, E. Melhoramento e produção do milho no Brasil. 2. ed. São Paulo: Fundação Cargill, 1980. pp.429-479.
- MALLMANN, N. **Efeito da adubação na produtividade, qualidade e sanidade de batata cultivada no centro-oeste paranaense**. (Tese de Mestrado). Curitiba: UFPR, 2001. 129 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- McCREADY, R.M.J; GUGGOLZ, J.; SILVEIRA, V.V.; Owens, H.H. **Determination of starch and amylase in vegetable**. Analytic Chemistry, v.22, 1950. pp.1156-1158.
- McCREADY, R. M. J.; STARK, J.C. **Irrigation and nitrogen management effect on potatoes brown center and hollow heart**. HortScience: Alexandria, v.24,1989. pp. 950-952.
- MELO, P.C.R.; GRANJA, N.P.; MIRANDA FILHO, H. da S.; SUGAWARA, A.C.; OLIVEIRA, R.F. de. **Análise do crescimento da cultivar de batata "Ágata"**. Revista Batata Show, ano 3, n.8, dezembro, 2003. pp. 16-17.
- MELO, P. E. **Cultivares de batata potencialmente úteis para o processamento na forma de fritura no Brasil e manejo para obtenção de tubérculos adequados**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.20, 1999. pp. 112-119.
- MEYER, R.D.; MARCUN, D.B. **Potato yield, petiole nitrogen and soil nitrogen response to water and nitrogen**. Agronomy Journal, v.90, 1998. pp. 420-429.
- NELSON, D. G.; JENKINS, P. D.; GILLISON, T. C. **Processing potencial of potato cultivars at early harvests**. Potato Research, Wageningen, v.31, n. 4, 1998. pp. 633-642.
- NELSON, N.A. **A photometric adaptation of Somagy method for determination of glucose**. Journal Biology Chemistry, v.135, 1944. pp.136-137.
- NIVAA. **Catálogo Holandês de variedades de batata**. Den Haag, 1997. 270 p.
- NOURIAN, F; RAMASWAMY, HS; KUSHALAPPA, AC. **Kinetics of quality change associated with potatoes stored at different temperatures**. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie. v.36, 2003. pp.49-65.

- NUNES, J. C. S.; FONTES, P. C. R.; ARAUJO, E. F.; SEDIYAMA, C. **Potato plant growth and macronutrient uptake as affected by soil tillage and irrigation systems**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.41, n.12, 2006. pp.1787-1792.
- NUNES, J.C.S. **Sistema de preparo do solo para o plantio manual e mecanizado da batateira irrigada por aspersão e gotejamento**. (Tese de Doutorado). Viçosa: UFV, 2004. 120 p.
- OLIVEIRA, V. R.; ANDRIOLO, J. L.; BISOGNIN, D. A.; PAULA, A. L.; TREVISAN, A. P.; ANTES, R. B. **Qualidade de processamento de tubérculos de batata produzidos sob diferentes disponibilidades de nitrogênio**. Ciência Rural, Santa Maria, v.36, n.2, 2006. pp. 660-663.
- PASTORINI, L.H.; BACARIN, M.A.; TREVIZOL, F.C.; BERVALD, C.M.P.; FERNANDES, H.S. **Produção e teor de carboidratos não estruturais em tubérculos de batata obtidos em duas épocas de plantio**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 4, 2003. pp. 660-665.
- PAULA, M.B.; FONTES, P.C.R.; NOGUEIRA, F.D. **Produção de matéria seca e absorção de macronutrientes para cultivares de batata**. Horticultura Brasileira, Brasília, v.4, n.1, 1986a. pp.10-16.
- PAULA, M.B.; FONTES, P.C.R.; NOGUEIRA, F.D. **Absorção de micronutrientes por cultivares de batata em presença ou ausência de adubação**. Horticultura Brasileira. Brasília, v.4, n.2, 1986b. pp. 3-8.
- PEREIRA, A.S. **Composição química, valor nutricional e industrialização**. In: REIFSCHNEIDER, F.J.F. (Coord). Produção de batata, Brasília: Linha Gráfica, 1987. pp.12-28.
- PEREIRA, A. da S.; SOUZA, Z. da S.; CHOER, E. Principais Cultivares. In: PEREIRA, A. da S. e DANIELS, J. Editores. **O cultivo da batata na região Sul do Brasil**, 2003. pp. 143-158.
- PEREIRA, A.S.; CAMPOS, A. **Teor de açúcar em genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.)**. Ciência Rural. Santa Maria, v.29, 1999. pp.13-16.
- POLETTO, N. **Nitrogênio no solo e na planta, e o manejo da adubação nitrogenada em cevada no sistema plantio direto**. (Tese de Mestrado). Porto Alegre, UFSM, 2004. 155 p.
- POPP, P. A. **A industrialização de batata no Brasil**. In: ENCONTRO Nacional de PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE BATATA. 7. Araucária, **Anais**. Araucária: IAPAR, 1994. pp. 60-61.
- POPP, P. **Industrialização da batata no Brasil**. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE PESQUISA EM MELHORAMENTO DE BATATA, 1996, Londrina, PR. **Anais**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 35 p.

- PORTER, G.A.; SISSON, J.A. **Response of Russet Burbank and Shepody potatoes to nitrogen fertilizer in two cropping systems.** American potato Journal, v.68, 1991. pp. 425-443.
- PRESSEY, R. **Potato sucrose synthetase: purification, properties, and changes in activity associated with maturation.** Plant Physiology, v.44, 1969. pp. 759-764.
- REES, T.; DIXON, W.L.; POLLOCK, C.J.; FRANKS, F. **Low temperature sweetening of higher plants.** In: Friend, J.; Rhodes, M.J.C. (Ed.) Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables. New York: Academic Press, 1981. pp.41-61.
- RICHARDSON, D.L.; DAVIES, H.V.; ROSS, H.A.; MACKAY, G.R. **Invertase activity and its relations to hexose accumulation in potato tubers.** Journal of Experimental Botany, London, v.41, 1990. pp. 95-99.
- ROBLES, W. G. R. **Dióxido de carbono via fertirrigação em batata (*Solanum tuberosum* L.) sob condição de campo.** (Tese de Doutorado). Piracicaba: USP ESALQ, 2003. 160 p.
- ROE, M.A.; FAULKS, R.M.; BELSTEN, J.L. **Role of reducing sugars and amino acids in fry colour of chips from potatoes grown under different nitrogen regimes.** Journal Science Food Agriculture, v.52, 1990. pp.207-214.
- SAFFIGNA, P.G.; KEENEY, D.R. **Nitrogen and chloride uptake by irrigated Russet Burbank potatoes.** Agronomy Journal, Madison, v.69, 1977. pp. 258-263.
- SILVA, A.C.F. Alguns aspectos importantes. **Agropecuária Catarinense**, v.4, 1991. pp. 38-41.
- SHALLENBERGER, R.S.; SMITH, O.; TREADWAY, R.H. **Role of the sugars in the browning reaction in potato chips.** Journal Agriculture Food Chemistry, v.7, 1959. pp. 277-277.
- SOWOKINOS, J. **Effect of stress and senescence on carbon partitioning in stored potato.** American Journal Potato, v.64, 1990. pp. 849-857.
- SPARROW, L.A.; CHAPMAN, K.S.R. **Effects of nitrogen fertilizer on potato (*Solanum tuberosum* L., cv. Russet Burbank) in Tasmania, Yield and quality.** Australian Journal of Soil Research, v.43, 2003. pp. 643-650.
- SMITH, O. **Potatoes: production, storing, processing.** 2nd ed. Westport: AVI, 1977. 776 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, 3 ed., Porto Alegre: Artmed., 2004. pp. 285-298.
- VIVANCOS, A.D. Tubérculos y raíces. In: **Tratado de fertilización.** Madrid: Mundi-Prensa, 1984, pp. 321-334.

- WANG-PRUSKI, G.; NOWAK, J. **Potato after-cooking darkening**. American Journal of Potato Research, v.81, 2004. pp. 7-16.
- WALWORTH, J.L.; MUNIZ, J.E. **A compendium of tissue nutrient concentrations for field-grown potatoes**. American Potato Journal, v.70 n.8, 1993. pp. 578-596.
- WESTERMANN, D.T.; TINDALL, T.A.; JAMES, D.W.; HURST, R.L. **Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: sugars and starch**. American Potato Journal, Orono, v. 71,1994. pp. 433-454.
- WOESE, K.; LANGE, D.; BOESE, C.; BOGL, K.W. **Ökologisch and Konventionell erzeugte Lebensmittel im Vergleich – Eine Literaturstudie**. Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, BgVV Hefte 4 & 5, Berlin, Germany. 1995.
- YAMAGUSCHI, M., HUGHES, D.I., HOWARD, F. D. **Effect of season, storage temperature and temperature during light exposure on “White Rose” potato**. Proceedings of the American Society of Horticultural Science, v.75, 1960. pp. 529-536.
- YORINORI, G.T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata cv. ‘Atlantic’**. (Tese de Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Piracicaba, 2003. 66 p.
- ZAAG, P. V. **Necesites de fertilidad de suelos para la producción de papa**. CIP Montevideo: Editorial Hemisfério Sur S.R.L, 1986. 21p.
- ZERBATH, B.J.; LECLERC, Y.; MOREAU, G.; BOTHA, E. **Rate and timing nitrogen fertilization of Russet Burbank potato: Yield and processing quality**. Canadian Journal of plant Science, 2004. pp. 855-863.
- ZÍLIO, A.M.; LUNG, M.C.; SCOTT, C.A. **Esverdeamento de tubérculos lavados e não lavados em três cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.)**, Batata Show, v.7, n.17, 2007. pp. 21-22.

APÊNDICES

Tabela 11: Resumo da análise de variância do número de tubérculos comerciais por planta, (NTU) e produção comercial por planta (MTU), determinados para as classes comerciais II e III, em função das doses de N, para as cultivares Ágata e Asterix.

Característica	FV	GL	Quadrados Médios			
			Ágata		Asterix	
			Classe II	Classe III	Classe II	Classe III
NTU	Bloco	3	0,109083	3,973307	0,58961	2,5603
	Dose	4	0,379492 ^{ns}	0,158690 ^{ns}	0,418631 ^{ns}	0,100153 ^{ns}
	Resíduo	12	0,253678	0,545523	0,336929	1,062413
	CV (%)		12,74	22,13	19,23	28,60
MTU	Bloco	3	6011,665	5784,071	13099,06	5296,195
	Dose	4	5650,665*	414,7990 ^{ns}	18478,25*	810,2008 ^{ns}
	Resíduo	12	1346,583	987,9319	3514,624	2203,350
	CV (%)		8,46	22,16	16,04	29,320

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} - Não significativo.

Tabela 12: Resumo da análise de variância do número de tubérculos comerciais por planta, (NTC/Planta) e produção comercial por planta (PC/Planta), determinados para as classes comerciais, em função das doses de N, para as cultivares Atlantic e Monalisa.

Característica	FV	GL	Quadrados Médios			
			Atlantic		Monalisa	
			Classe II	Classe III	Classe II	Classe III
NTU	Bloco	3	0,270911	0,235571	0,272379	0,153127
	Dose	4	0,421928 ^{ns}	0,176598 ^{ns}	0,530363 ^{ns}	0,270153 ^{ns}
	Resíduo	12	0,407477	0,105096	0,229983	0,465407
	CV (%)		18,59	53,48	15,48	35,58
MTU	Bloco	3	5098,827	962,4146	2411,214	768,2053
	Dose	4	6867,058 ^{ns}	507,3822 ^{ns}	5015,824 ^{ns}	627,6633 ^{ns}
	Resíduo	12	2241,842	218,1991	3562,899	894,4702
	CV (%)		8,561	50,19	16,44	34,55

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} - Não significativo.

Tabela 13: Resumo da análise de variância da perda de massa fresca de tubérculos de batata armazenados em temperatura ambiente, por três meses, em função das doses de N, para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Bloco	3	0,4561	1,2862	0,9112	3,6696
Dose	4	0,4461 ^{ns}	3,7900 ^{ns}	5,3496 ^{ns}	16,7617*
Resíduo	12	1,2514	1,3890	6,2270	3,2609
CV (%)		12,64	14,55	10,16	19,81

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} - Não significativo.

Tabela 14: Resumo da análise de variância da perda de massa fresca de tubérculos de batata armazenados em câmara fria a 5 °C, por três meses, em função das doses de N, para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Bloco	3	0,1786	0,2028	0,8851	0,2005
Dose	4	0,3557 ^{ns}	2,6167*	0,3597 ^{ns}	0,9696 ^{ns}
Resíduo	12	0,2758	0,2091	9,1938	0,3040
CV (%)		17,81	10,37	18,18	17,51

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} - Não significativo.

Tabela 15: Resumo da análise de variância das notas atribuídas ao esverdeamento de tubérculos de batata, não lavados, em função das doses de N e de dias de armazenamento nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Bloco	3	1,0562	0,9083	0,2166667	0,0729
Dose	4	0,5937*	0,6781*	0,3500*	0,2031*
Resíduo a	12	0,3895*	0,2989*	0,2375*	0,1197 ^{ns}
Dia	7	11,1776*	16,1250*	19,7857*	2,9133*
Dia X Dose	28	0,0973 ^{ns}	0,1138 ^{ns}	0,0892 ^{ns}	0,0674 ^{ns}
Resíduo b	105	0,1181	0,1113	0,1000	0,0723
CV subparcela (%)		8,39	8,16	8,10	5,69
CV parcela (%)		15,24	13,37	12,49	7,33

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} - Não significativo.

Tabela 16: Resumo da análise de variância das notas atribuídas ao esverdeamento de tubérculos de batata, lavados, em função das doses de N e de dias de armazenamento nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Bloco	3	2,6395	4,2729	0,1229	1.1583
Dose	4	3,4906*	0,2093 ^{NS}	2,8687*	0,5843*
Resíduo a	12	0,8739*	0,8302*	0,7895*	0,3927*
Dia	7	25,2776*	32,8133*	25,3348*	16,2107*
Dia X Dose	28	0,1370 ^{NS}	0,1593 ^{NS}	0,2901*	0,0879 ^{NS}
Resíduo b	105	0,1461	0,1997	0,1514881	0,0791
CV subparcela (%)		11,740	14,329	11,597	6,8836
CV parcela (%)		28,71	29,21	14,73	15,33

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS} - Não significativo.

Tabela 17: Resumo da análise de variância do índice SPAD na periderme dos tubérculos de batata, não lavados, em função das doses de N, nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Bloco	3	0,16851	0,2753	11,2165	0,2098
Dose	4	3,9969*	17,11925*	12,0617 ^{NS}	0,8257*
Resíduo	12	0,3960	0,5182	5,179417	0,2427
CV (%)		10,730	7,079	25,847	11,634

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS} - Não significativo.

Tabela 18: Resumo da análise de variância do índice SPAD na periderme dos tubérculos de batata, lavados, em função das doses de N, nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Bloco	3	1,4738	40,4058	4,1307	0,3865
Dose	4	7,5980*	3,2295 ^{NS}	35,4893*	2,3153*
Resíduo	12	0,8830	11,3858	5,0062	0,5153
CV (%)		17,713	26,812	27,496	25,625

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS} - Não significativo.

Tabela 19: Resumo da análise de variância do teor de açúcares solúveis totais, na massa fresca de tubérculos de batata, em função das doses de N, nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Bloco	3	0,0110	0,01299	0,04666	0,2738
Dose	4	0,1907*	0,08579*	0,1689*	0,08693*
Resíduo	12	0,0156	0,02108	0,01113	0,01662
CV (%)		8,01	14,49	12,56	8,94

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} - Não significativo.

Tabela 20: Resumo da análise de variância do teor de açúcares solúveis totais, na massa seca de tubérculos de batata, em função das doses de N, nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Bloco	3	0,4174	0,4619	0,9004	1,1127
Dose	4	6,9940*	3,0409*	4,5361*	2,7152*
Resíduo	12	0,5868	0,8086	0,2362	0,5492
CV (%)		8,10	14,92	12,35	8,63

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} - Não significativo.

Tabela 21: Resumo da análise de variância do teor de sólidos solúveis totais, em função das doses de N, nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Bloco	3	0,07634	0,1397	0,1305	0,02450
Dose	4	0,5088*	0,2722*	3,4967*	0,3490*
Resíduo	12	0,1411	0,07701	0,2068	0,8654
CV (%)		7,458	5,703	8,428	6,328

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} - Não significativo.

Tabela 22: Resumo da análise de variância do pH da polpa de tubérculos de batata, em função das doses de N, nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Bloco	3	0,005698	0,021613	0,0144599	0,01331
Dose	4	0,001129 ^{NS}	0,016969*	0,006674 ^{NS}	0,006657 ^{NS}
Resíduo	12	0,008789	0,002663	0,01065	0,008017
CV (%)		1.700	0,924	1.838	1.610

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS} - Não significativo.

Tabela 23: Resumo da análise de variância dos teores de amido em tubérculos de batata expresso na massa fresca, em função das doses de N, nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Bloco	3	0,5106	2,1213	1,5545	0,8128
Dose	4	7,0966*	41,4103*	13,3253*	23,6530*
Resíduo	12	0,3874	3,2217	1,2844	0,7378
CV (%)		2,551	6,064	4,509	2,905

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS} - Não significativo.

Tabela 24: Resumo da análise de variância dos teores de amido em tubérculos de batata expresso em massa seca, em função das doses de N, nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Bloco	3	6.367088	15.03989	1.595580	11.20806
Dose	4	57.07131*	302.0296*	85.76321*	168.9111*
Resíduo	12	3.156071	30.90637	85.76321	13.34028
CV (%)		2.676	6.937	5.372	4.602

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS} - Não significativo.

Tabela 25: Resumo da análise de variância do número gemas brotadas de tubérculos de batata, lavados, em função das doses de N, nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Bloco	3	1,8375	0,3000	3, 3791	1,9125
Dose	4	7,1250*	4,8937 ^{NS}	4,0000 ^{NS}	3,9562 ^{NS}
Resíduo	12	6,4750	2,5187	2, 733333	2,0062
CV (%)		7,835	20,347	18, 118	16,518

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS} - Não significativo.

Tabela 26: Resumo da análise de variância do número de gemas brotadas de tubérculos de batata, não lavados, em função das doses de N, nas cultivares Atlantic, Ágata, Monalisa e Asterix.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Bloco	3	3,3458	9,3833	2,2333	4,2458
Dose	4	0,5437 ^{NS}	4,9500 ^{NS}	3,2312 ^{NS}	5,687
Resíduo	12	2,0437	3,0916	2,5979	2,1104
CV (%)		15,497	18,805	18,742	20,247

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS} - Não significativo.

Tabela 27: Resumo da análise de variância do teor de açúcares redutores, na massa fresca da polpa de tubérculos de batata, em função das doses de N, nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Bloco	3	0,008109	0,01660	0,002246	0,01443
Dose	4	0,1701*	0,1689*	0,2551*	0,08292*
Resíduo	12	0,01368	0,006040	0,003005	0,008435
CV (%)		7,51	8,55	11,01	6,90

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS} - Não significativo.

Tabela 28: Resumo da análise de variância do teor de açúcares redutores, na massa seca de tubérculos de batata, em função das doses de N, nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Bloco	3	0,4927	0,6145	0,1148	0,5406
Dose	4	6,8965	6,0033*	6,2834*	2,5861*
Resíduo	12	0,5192	0,2199	0,06800	0,3539
CV (%)		7,71	8,58	11,11	7,50

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} - Não significativo.

Tabela 29: Resumo da análise de variância do conteúdo de massa seca nos tubérculos de cultivares de batata, expresso em g planta⁻¹, em função das doses de N, nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Bloco	3	46.61702	18.51040	9.349874	15.44090
Dose	4	110.6092*	613.7870*	766.242*	142.2580*
Resíduo	12	23.59456	21.45742	66.64664	36.45438
CV (%)		4.54	4,56	5,51	9,95

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} - Não significativo.

Tabela 30: Resumo da análise de variância do conteúdo de massa seca nos tubérculos de cultivares de batata, expresso em t ha⁻¹, em função das doses de N, nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Bloco	3	0,1325	0.5265	0,2659	0.4392
Dose	4	0.3146*	1.7458*	2.179533*	0,4046*
Resíduo	12	0,6711	0.6103	0,1895	0,1036
CV (%)		4,54	4,56	5,51	6,95

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} - Não significativo.

Tabela 31: Resumo da análise de variância da acidez titulável nos tubérculos de cultivares de batata, em função das doses de N, nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Bloco	3	0,0002418	0,0008657	0,00002568	0,00008870
Dose	4	0,001060*	0,00001798 ^{ns}	0,00054605*	0,000009902 ^{ns}
Resíduo	12	0,0001335	0,0004787	0,0008333	0,0001125
CV (%)		5,46	10,68	4,37	5,68

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} - Não significativo.

Tabela 32: Resumo da análise de variância do teor de massa seca nos tubérculos de cultivares de batata, em função das doses de N, nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
Bloco	3	0,65278	0,31083	1,132169	0,16643
Dose	4	0,25678 ^{ns}	0,729245 ^{ns}	2,100497*	0,89612 ^{ns}
Resíduo	12	0,42148	0,1922161	0,3825627	0,26992
CV (%)		1,24	2,63	2,88	3,09

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} - Não significativo.

Tabela 33: Resumo da análise de variância das concentrações dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn e Zn) na massa seca de tubérculos de batata, em função das doses de N, nas cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

	FV	GL	Quadrados Médios			
			Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
N	Bloco	3	0,03311	0,002165	0,005743	0,1014
	Dose	4	0,05639 ^{NS}	0,1750*	0,1700*	0,1118*
	Resíduo	12	0,01689	0,007768	0,007714	0,1059
	CV (%)		9,401	6,085	6,663	8,502
P	Bloco	3	0,01144	0,0022174	0,004569	0,0014149
	Dose	4	0,009497*	0,0018432 ^{NS}	0,001766 ^{NS}	0,0016539 ^{NS}
	Resíduo	12	0,002761	0,0022745	0,004024	0,0010705
	CV (%)		17,019	16,972	22,047	12,838
K	Bloco	3	0,049810	0,071939	0,012466	0,036072
	Dose	4	0,132290 ^{NS}	0,069511 ^{NS}	0,116407 ^{NS}	0,062835 ^{NS}
	Resíduo	12	0,084477	0,054391	0,104190	0,048817
	CV (%)		10,035	10,101	12,810	9,221
Ca	Bloco	3	0,227168	0,0011758	0,004563	0,012546
	Dose	4	0,003451 ^{NS}	0,00089413 ^{NS}	0,0003051 ^{NS}	0,018630 ^{NS}
	Resíduo	12	0,002769	0,0028784	0,001021	0,010481
	CV (%)		7,276	9,073	4,407	16,218
Mg	Bloco	3	0,0008572	0,00008786	0,0003037	0,00003613
	Dose	4	0,0004152 ^{NS}	0,000084111 ^{NS}	0,0001856 ^{NS}	0,0001553 ^{NS}
	Resíduo	12	0,0001363	0,00014179	0,0003464	0,0002395
	CV (%)		12,165	18,490	21,244	21,092
S	Bloco	3	0,00081301	0,00043203	0,0001681	0,00028258
	Dose	4	0,0002228 ^{NS}	0,00034597 ^{NS}	0,0002737 ^{NS}	0,00028264 ^{NS}
	Resíduo	12	0,0005495	0,00055924	0,0008498	0,00026659
	CV (%)		15,220	18,631	18,286	12,750
Cu	Bloco	3	0,319924	0,37402	0,074397	0,73463
	Dose	4	7,768001*	2,47105*	2,365722*	1,08323 ^{NS}
	Resíduo	12	0,555827	0,75030	0,094738	0,44198
	CV (%)		25,671	24,719	20,456	27,087

Continuação:

Mn	Bloco	3	12,19344	30,04156	4,801571	2,17330
	Dose	4	2,976470 ^{ns}	21,4968 ^{ns}	56,3246*	14,08947*
	Resíduo	12	4,218053	15,83307	5,787792	21,16622*
	CV (%)		13,676	26,421	13,392	9,979
Fe	Bloco	3	8942,327	2678,509	5189,784	6496,137
	Dose	4	72719,37*	25974,73*	31544,49 ^{ns}	15136,38*
	Resíduo	12	9837,650	1308,484	14663,29	2239,697
	CV (%)		23,037	8,466	27,378	10,264
Zn	Bloco	3	48,94506	150,0672	9,302080	3,18109
	Dose	4	10,22859 ^{ns}	29,41027 ^{ns}	9,095803 ^{ns}	17,28632
	Resíduo	12	11,83135	31,55362	3,004197	3,58352
	CV (%)		15,948	22,689	10,231	8,288

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} - Não significativo.

Tabela 34: Resumo da análise de variância do acúmulo dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn e Zn) determinados na massa seca de tubérculos de batata, em função das doses de N, nas cultivares Ágata, Atlantic Asterix e Monalisa.

	FV	GL	Quadrados Médios			
			Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
N	Bloco	3	98,9879	23,4545	35,4252	24,4932
	Dose	4	183,6092	1438,056	2005,745	370,5892
	Resíduo	12	33,6444	33,8661	69,1840	34,7116
	CV (%)		7,35	7,35	7,93	9,93
P	Bloco	3	33,0594	8,5132	34,6801	2,7796
	Dose	4	27,5901ns	9,9048ns	23,6828ns	8,0929ns
	Resíduo	12	11,2194	7,6964	27,2409	2,9156
	CV (%)		18,84	18,10	22,96	14,45
K	Bloco	3	336,7643	328,0012	139,4179	130,6756
	Dose	4	862,9418ns	947,0521*	2859,097ns	229,7688ns
	Resíduo	12	394,4675	183,8383	1036,237	81,6284
	CV (%)		12,00	10,871	16,13	8,16
Ca	Bloco	3	862,8328	9,3543	0,4167	39,1323
	Dose	4	25,7077ns	48,8884*	1,3508*	16,8496ns
	Resíduo	12	11,0125	10,4334	0,1468	30,8495
	CV (%)		8,10	10,11	6,69	19,03
Mg	Bloco	3	2,9407	0,4135	2,3909	0,2214
	Dose	4	1,7948ns	1,0289ns	2,0060ns	0,2394ns
	Resíduo	12	0,5982	0,4896	2,3130	0,5033
	CV (%)		14,16	20,04	22,05	20,96
S	Bloco	3	2,3050	1,6876	1,9814	0,5052
	Dose	4	1,4698ns	3,1755ns	8,1770ns	0,9904ns
	Resíduo	12	1,4615	1,8046	6,0714	0,6728
	CV (%)		13,75	19,55	19,57	13,85
Cu	Bloco	3	7,0367	13,0391	4,3054	17,3462
	Dose	4	248,6125*	131,8825*	179,1266*	29,8154ns
	Resíduo	12	14,2483	22,8604	7,3486	10,8475
	CV (%)		23,09	24,91	22,31	28,71

Continuação:

Mn	Bloco	3	275,3461	784,4119	251,3822	26,3377
	Dose	4	401,8312ns	1675,711ns	1119,036ns	558,9464*
	Resíduo	12	139,2202	561,6280	369,9900	65,9916
	CV (%)		13,82	28,78	13,75	11,85
Fe	Bloco	3	121231,5	67634,75	361644,8	215978,2
	Dose	4	3374353,0*	1240455,0*	1925104,0ns	475232,8*
	Resíduo	12	291695,1	55416,88	861030,6	87809,88
	CV (%)		22,15	10,13	26,65	13,82
Zn	Bloco	3	1210,993	3997,323	665,9022	93,6857
	Dose	4	357,2824ns	1514,210ns	1454,498*	803,6857*
	Resíduo	12	477,1930	1003,166	255,2916	169,3065
	CV (%)		17,67	23,645	11,94	12,26

* - F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

^{ns} - Não significativo.

Tabela 35: Valores das variáveis dependentes avaliadas no presente experimento associadas à dose de 168,18; 212,22; 175,45; e 193,18 kg ha⁻¹ de N que propiciou a máxima produção comercial de tubérculos das cultivares Ágata, Asterix, Atlantic e Monalisa.

Variáveis estudadas	Cultivares			
	Ágata	Asterix	Atlantic	Monalisa
1) Nº tubérculo da classe II	4,30	3,02 ^{ns}	3,43 ^{ns}	3,10 ^{ns}
2) Nº tubérculo da classe III	3,34 ^{ns}	3,60 ^{ns}	0,60 ^{ns}	1,92 ^{ns}
3) Massa de tubérculo da classe II	477,99	369,45 ^{ns}	583,81	362,95 ^{ns}
4) Massa de tubérculo da classe III	141,14 ^{ns}	174,48	29,42 ^{ns}	79,64 ^{ns}
5) Teor de massa seca (%)	16,54 ^{ns}	16,63 ^{ns}	21,45 ^{ns}	16,78 ^{ns}
6) Acúmulo de MS (g planta ⁻¹)	112,93	113,59	163,12	93,35
7) Acúmulo de MS (t ha ⁻¹)	6,03	6,05	8,68	4,97
8) Esverdeamento tubérculo lavado – nota	1,28	1,04 ^{ns}	1,49	2,65 ^{ns}
9) Esverdeamento tubérculo lavado – SPAD	6,81	13,18	9,14	3,17
10) Esverdeamento tubérculo não lavado – nota	2,82	2,53	2,28	4,08 ^{ns}
11) Esverdeamento tubérculo não lavado - SPAD	6,94	10,17 ^{ns}	9,44	4,27 ^{ns}
12) Nº gemas brotadas nos tubérculos lavado	9,37 ^{ns}	7,80 ^{ns}	9,12 ^{ns}	8,57 ^{ns}
13) Nº gemas brotadas nos tubérculos não lavados	9,22 ^{ns}	9,35 ^{ns}	8,60 ^{ns}	7,17 ^{ns}
14) Δx de massa em Ambiente (%)	8,54	8,09 ^{ns}	8,48	7,11
15) Δx de massa em câmara fria a 5 °C (%)	2,63	4,40 ^{ns}	4,81 ^{ns}	2,90
16) pH da polpa	5,51 ^{ns}	5,58 ^{ns}	5,61 ^{ns}	5,56 ^{ns}
17) Acidez titulável (%)	0,216	0,204 ^{ns}	0,214	0,186 ^{ns}
18) Sólidos solúveis totais (°Brix)	5,32	5,12	6,07	4,93
19) Teor de açúcares solúveis totais (g/100g MF)	1,56	1,00	0,84 ^{ns}	1,44 ^{ns}
20) Teor de açúcares solúveis totais (g/100g MS)	9,45	6,02	3,93 ^{ns}	8,58 ^{ns}
21) Teor de amido (g/100g MF)	10,97 ^{ns}	13,32 ^{ns}	11,31 ^{ns}	13,30 ^{ns}
22) Teor de amido (g/100g MS)	66,38 ^{ns}	80,14 ^{ns}	52,82 ^{ns}	79,36 ^{ns}
23) Teor de açúcares redutores (g/100g MF)	1,55	0,90 ^{ns}	0,50 ^{ns}	1,31
24) Teor de açúcares redutores (g/100g MS)	9,34	5,46 ^{ns}	2,34 ^{ns}	7,92
25) Teor N (dag kg ⁻¹)	1,44	1,63	1,38	1,35
26) Acúmulo N (kg ha ⁻¹)	87,07	98,07	122,80	64,12
27) Teor P (dag kg ⁻¹)	0,31 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,25 ^{ns}
28) Acúmulo P (kg ha ⁻¹)	19,34	16,30	25,50	12,45
29) Teor K (dag kg ⁻¹)	2,90 ^{ns}	2,31 ^{ns}	2,52 ^{ns}	2,40 ^{ns}
30) Acúmulo K (kg ha ⁻¹)	87,88	133,02	199,5 ^{ns}	110,62 ^{ns}

Continuação:

31) Teor de Ca (dag kg ⁻¹)	0,72 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,63 ^{ns}
32) Acúmulo Ca (kg ha ⁻¹)	40,92 ^{ns}	35,44	63,48	29,18 ^{ns}
33) Teor Mg (dag kg ⁻¹)	0,0959 ^{ns}	0,0644 ^{ns}	0,0876 ^{ns}	0,0733 ^{ns}
34) Acúmulo Mg (kg ha ⁻¹)	5,46 ^{ns}	4,03	6,89 ^{ns}	3,38 ^{ns}
35) Teor S (dag kg ⁻¹)	0,15 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,13 ^{ns}
36) Acúmulo S (kg ha ⁻¹)	9,19	7,51	14,21	5,92 ^{ns}
37) Teor Cu (mg kg ⁻¹)	2,90 ^{ns}	4,02	1,78	2,45 ^{ns}
38) Acúmulo Cu (g ha ⁻¹)	16 ^{ns}	23,08	14,54	12,89
39) Teor Mn (mg kg ⁻¹)	15,01 ^{ns}	16,48	16,72	15,72
40) Acúmulo Mn (g ha ⁻¹)	96,94	94,57	179,46	64,61
41) Teor Fe (mg kg ⁻¹)	430,54 ^{ns}	427,28 ^{ns}	442,30 ^{ns}	461,06 ^{ns}
42) Acúmulo Fe (g ha ⁻¹)	3383,36	2322 ^{ns}	3481 ^{ns}	2143 ^{ns}
43) Teor Zn (mg kg ⁻¹)	21,56 ^{ns}	24,75 ^{ns}	16,94 ^{ns}	22,84 ^{ns}
44) Acúmulo Zn (g ha ⁻¹)	124 ^{ns}	134 ^{ns}	134 ^{ns}	106 ^{ns}

^{NS} Não significativo o efeito das doses de N sobre a característica avaliada na cultivar específica.

Descrição dos reagentes utilizados para a quantificação do teor de açúcares redutores.

Reagente 1

Dissolva 15 g de Tartarato de sódio e potássio, 30 g de Na_2CO_3 (anidro) em 300 mL de água destilada.

Adicione 20 g de NaHCO_3 .

Separadamente, dissolva 180 g Na_2SO_4 (anidro) em 500 mL de água fervente e resfrie.

Misture as soluções e complete o volume para 1000 mL.

Reagente 2

Dissolva 5 g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ e 45 g Na_2SO_4 (anidro), posteriormente, complete o volume com água destilada para 250 mL.

Reagente 3

Dissolva 25 g de molibdato de amônio em 450 mL de água destilada.

Adicione 21 mL de H_2SO_4 concentrado e agite.

Separadamente, dissolva 3 g de $\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ em 25 mL de água, misture com a solução de molibdato de amônio e incube por 24-48 horas a 37 °C.

Armazene em recipiente escuro.

OBS: Os reagentes 4 e 5 devem ser preparados no momento da quantificação dos açúcares redutores.

Reagente 4

8 mL do **reagente 1**.

2 mL do **reagente 2**.

Reagente 5

Prepare solução de 0,75 M de H_2SO_4 concentrado (8mL de H_2SO_4 concentrado e dilua em 200 mL de água destilada).

Pipete 7 mL da solução, a 0,75M de H_2SO_4 concentrado, e adicione 3,5 mL do **reagente 3**.