

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS MORRINHOS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM OLERICULTURA

CONTROLE DA BROTAÇÃO E QUALIDADE PÓS-
COLHEITA DE BATATAS TRATADAS COM PERÓXIDO DE
HIDROGÊNIO

Autora: Mariane Roratto Foletto
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Clarice Aparecida Megguer

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS MORRINHOS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM OLERICULTURA

CONTROLE DA BROTAÇÃO E QUALIDADE PÓS-
COLHEITA DE BATATAS TRATADAS COM PERÓXIDO DE
HIDROGÊNIO

Autora: Mariane Roratto Foletto
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Clarice Aparecida Megguer

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM OLERICULTURA, ao Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos - Área de Concentração: Olericultura.

MORRINHOS – GO
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos

F663c Foletto, Mariane Roratto.

Controle de brotações e qualidade pós-colheita de batatas tratadas com peróxido de hidrogênio. / Mariane Roratto Foletto. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2018.

40 f. : il. color.

Orientadora: Dra. Clarice Aparecida Megguer.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Olericultura, 2018.

1. *Solanum tuberosum* L. 2. Batata. 3. Alimentos - Armazenamento. I. Megguer, Clarice Aparecida. II. Instituto Federal Goiano. III. Título.

CDU 633.491

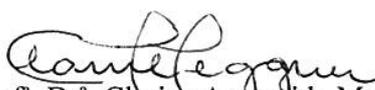
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA

CONTROLE DA BROTAÇÃO E QUALIDADE PÓS-
COLHEITA DE BATATAS TRATADAS COM PERÓXIDO DE
HIDROGÊNIO

Autora: Mariane Roratto Foletto
Orientadora: Clarice Aparecida Megguer

TITULAÇÃO: Mestre em Olericultura-Área de Concentração em Sistema
de Produção em Olerícolas.

APROVADA em 26 de setembro de 2018.



Prof^ª. Dr^ª. Clarice Aparecida Megguer
Presidente da Banca
IF Goiano – Campus Morrinhos



Prof^ª. Dr^ª. Flávia Dionísio Pereira
Avaliadora Externa
Faculdade Santa Rita de Cássia - UNIFASC



Prof^ª. Dr^ª. Josianny Alves Boeno
Avaliadora Externa
IF Goiano – Campus Morrinhos

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por ter me dado forças e coragem de enfrentar mais este desafio.

A toda minha família, em especial aos meus pais Rejane Foletto e Valmir Foletto, e aos meus irmãos Vinícius Foletto e Laura Foletto, que sempre me incentivaram na busca pelo conhecimento e entenderam minha ausência em muitos momentos.

À Prof^ª. Dra. Clarice Aparecida Megguer, pela orientação, confiança, ensino e disposição.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – Campus Concórdia - SC, pela oportunidade e disponibilização para fazermos o mestrado.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos - GO e ao Programa de Pós-Graduação em Olericultura, pela oportunidade de ter ingressado neste curso. A todos os professores do Mestrado Profissional em Olericultura.

Aos alunos voluntários do Laboratório de Fisiologia Vegetal e Pós-Colheita do IF Goiano – Campus Morrinhos, em especial, a Tuane Silva Oliveira, pelo auxílio na realização das análises laboratoriais.

Aos colegas de trabalho e de estudo do IF Catarinense – Campus Concórdia.

E a todos que, de forma direta e indireta, me ajudaram a produzir e concluir este trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

MARIANE RORATTO FOLETTTO nasceu em Santa Maria, RS, em 21 de outubro de 1986. É filha de Valmir José Foletto e Rejane Maria Roratto Foletto. Coursou Graduação em Nutrição no Centro Universitário Franciscano em Santa Maria, RS, e Especialização em Ciência e Tecnologia dos Alimentos pela UDESC – Campus Pinhalzinho, SC. Atualmente, é Servidora do Instituto Federal Catarinense - Campus Concórdia, SC, e ingressou no Mestrado Profissional em Olericultura pelo Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, GO.

RESUMO

FOLETTTO, MARIANE R. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Morrinhos - GO. Setembro de 2018. **Controle de brotações e qualidade pós-colheita de batatas tratadas com peróxido de hidrogênio.** Orientadora: Prof^ª Dra. Clarice Aparecida Megguer.

O cultivo de batata (*Solanum tuberosum* L.) tem grande importância mundial pela demanda de consumo e pela preferência por suas qualidades nutricionais, sendo utilizada em várias preparações culinárias. Uma das grandes preocupações é quanto às perdas pós-colheita, que ocorrem em razão dos danos mecânicos e fisiológicos durante a brotação. Nesta fase, ocorre elevação das taxas respiratórias para suprir as necessidades energéticas, o que acelera o processo de senescência do produto. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar os efeitos do peróxido de hidrogênio no controle de brotações de batatas e preservação da qualidade dos tubérculos. O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Cada repetição foi composta por três tubérculos. Os tratamentos consistiram de quatro concentrações de peróxido de hidrogênio, 0, 50, 100 e 200 mg L⁻¹, e quatro períodos de armazenamento: 0, 7, 14 e 21 dias. Em cada período de armazenamento, os tubérculos dos diferentes tratamentos foram avaliados quanto às características visuais número, comprimento e diâmetro de brotos e esverdeamento da epiderme e às características físico-químicas firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, pH, carboidratos e perda de massa. O peróxido de hidrogênio na concentração de 92 mg L⁻¹ foi mais efetivo no controle da brotação dos tubérculos. As concentrações entre 50 e 100 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio preservaram as características físico-químicas de tubérculos de batata cv. Ágata ao longo do armazenamento, e as concentrações acima de 100 mg L⁻¹ causaram efeitos negativos, como perda de massa e, conseqüentemente, perda de firmeza da polpa.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L., carboidratos, brotos, armazenamento

ABSTRACT

FOLETTTO, MARIANE RORATTO. Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, September 2018. **Sprouting control and potato postharvest quality treated with hydrogen peroxide.** Advisor: Clarice Aparecida Megguer.

Potato cultivation (*Solanum tuberosum* L.) is of great importance worldwide due to the consumption demand and preference for its nutritional qualities, and its use in many culinary preparations. One of the major concerns is regarding the postharvest losses, which occur due to mechanical and physiological damage during sprouting. At this stage, there is an increase in respiratory rates to meet the energy requirements, which speeds up the product senescence process. This study aimed to evaluate the hydrogen peroxide effects on the potato sprout control and tuber quality preservation. The experiment was carried out in completely randomized design with four replicates and each replicate was composed of three tubers. The treatments consisted in four hydrogen peroxide concentration (0, 50, 100, and 200 mg L⁻¹) and four storage periods (0, 7, 14, and 21 days). In each storage period, the tubers from different treatment were evaluated regarding sprout visual characteristics, (number, length, and diameter), skin greening, and physicochemical characteristics (firmness, soluble solids, titratable acidity, pH, carbohydrates, and loss mass). The hydrogen peroxide at 92 mg L⁻¹ concentration was more effective to control the tuber sprouting. Hydrogen peroxide concentrations between 50 and 100 mg L⁻¹ have kept the physicochemical characteristics of potato tubers of 'Agata' cv. during the storage, and concentrations above 100 mg L⁻¹ resulted in negative effects, such as loss of mass and, consequently, loss of pulp firmness.

Keywords: *Solanum tuberosum* L., carbohydrates, sprouts, storage

SUMÁRIO

	Página
1	INTRODUÇÃO GERAL..... 1
2	REVISÃO DE LITERATURA..... 3
	2.1 Cultura da batata inglesa.....3
	2.2 Brotação.....6
	2.2 Peróxido de hidrogênio8
	2.4 Referências9
3	CAPÍTULO I 12
	3.1 Introdução 13
	3.2 Material e métodos..... 15
	3.2.1 <i>Material vegetal</i>15
	3.2.2 <i>Delineamento experimental</i>15
	3.2.3 <i>Condições experimentais</i>16
	3.2.4 <i>Avaliações</i>17
	3.2.4.1 Qualidade visual.....17
	3.2.4.2 Características físico-químicas.....17
	3.3 Resultados e discussão 20
	3.4 Conclusão 27
	3.5 Referências..... 27

1 INTRODUÇÃO GERAL

O tubérculo de batata (*Solanum tuberosum* L.) tem alta importância alimentar, é considerado um alimento rico em nutrientes e proporciona fonte de alimento para a população humana. No mercado, existem batatas destinadas para várias finalidades, como frita, cozida e assada. No Brasil, a cultivar Ágata é a mais produzida e consumida em razão de sua diversidade de preparos culinários, como na forma cozida por ter epiderme lisa e tubérculo oblongo e melhor preço de mercado. No entanto, essa cultivar tem baixo nível de dormência e isso prejudica a qualidade final do produto após o preparo culinário (ABBA, 2017).

A brotação compromete a qualidade visual e, por conseguinte, a comercialização dos tubérculos, uma vez que, ao brotar, ocorre inversão na relação fonte: dreno e as reservas do tubérculo passam a ser consumidas pelos brotos. Nessa inversão, o amido é convertido em sacarose e essa, em glicose e frutose. A formação de açúcares redutores (glicose e frutose) promove o adoçamento da batata e, como consequência, o escurecimento do produto durante a fritura, aspecto indesejável pelo consumidor.

A qualidade dos tubérculos também pode ser reduzida em razão dos danos mecânicos, causas fisiológicas, como o esverdeamento e queimadura, e a deterioração por patógenos e pragas, sendo o esverdeamento e a brotação os maiores fatores de perdas pós-colheita de batata. Assim, o uso de técnicas pós-colheita é importante na redução dos prejuízos durante o armazenamento e comercialização (Bisognin & Streck, 2009).

O peróxido de hidrogênio é um produto químico que tem sido utilizado na pós-colheita para inibir o desenvolvimento de patógenos e que poderá suprimir as brotações de tubérculos de batata (Mani et al., 2013). Neste sentido, objetivou-se avaliar os efeitos

do peróxido de hidrogênio no controle da brotação de modo a preservar a qualidade físico-química em tubérculos de batata para comercialização.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da batata inglesa

A batata é uma dicotiledônea da família das *Solanaceae*. Existem mais de 2 mil espécies de batata, das quais, 160 produzem tubérculos, mas apenas 20 espécies são cultivadas. É originária da região dos Andes, na América do Sul, onde estão localizados o Peru e a Bolívia. Com a colonização pelos espanhóis, a batata foi levada para a Europa e, após sua introdução na Europa, com posterior domesticação, a hortaliça foi disseminada pelo mundo. No Brasil, foi introduzida por colonizadores europeus para atender a alimentação dos operários ingleses que atuavam na construção das ferrovias. Seu plantio começou em hortas familiares na região Sul, onde as condições de clima eram mais favoráveis à produção. Com o passar dos anos, surgiram novas cultivares com maior adaptação climática e, com os avanços promovidos pela tecnologia, houve uma mudança geográfica na produção da batata, levando a uma expansão da cultura para outras regiões do Brasil (Pádua, 2010; ABBA, 2017).

A batata é um tubérculo nutritivo, energético, rico em proteínas e sais minerais, muito utilizado na culinária. Ela é composta por água (80%) e carboidratos (16%), sendo o principal o amido, que é formado pelos polímeros amilose e amilopectina. A relação desses polímeros interfere nas propriedades funcionais e na qualidade tecnológica, principalmente no que diz respeito à textura dos produtos processados. Após os carboidratos, as proteínas são as mais abundantes no tubérculo, com cerca de 2% de sua composição. A batata é constituída de 1% a 2% de fibra, concentrada na casca, e contém 0,1% a 0,7% de açúcares simples, como glicose, frutose e sacarose. Ela também tem uma quantidade considerável de vitaminas e sais minerais, essenciais para a nutrição humana (EMBRAPA, 2017).

Mundialmente, a batata é cultivada pela sua elevada produtividade e qualidade nutricional dos tubérculos. Ela é considerada um dos alimentos mais consumidos no mundo, ocupando o quarto lugar em volume de produção, superada apenas pelo arroz, trigo e milho. Sua produção mundial anual supera 380 milhões de toneladas em uma área de 19 milhões de hectares. Entre os maiores produtores mundiais de batata, pontificam a China (96 milhões de toneladas), a Índia (46 milhões de toneladas), a Rússia (31 milhões de toneladas), a Ucrânia (23 milhões de toneladas) e, por fim, os Estados Unidos (20 milhões de toneladas). O Brasil ocupa a vigésima posição no *ranking* mundial em produção (FAOSTAT, 2017; ABBA, 2017).

No Brasil, a batata é a olerícola que se destaca pela produtividade. Sua produção anual é de cerca de 3,6 milhões de toneladas e a área cultivada é de cerca de 125 mil hectares. A produção da batata é concentrada nas regiões Sudeste (1,9 milhões toneladas) e Sul (1,4 milhões toneladas). O estado de Minas Gerais é o maior produtor nacional de batatas com 1.231.909 toneladas, seguido do Paraná com 811.815 toneladas, São Paulo com 732.200 toneladas, Rio Grande do Sul com 426.214 toneladas e Santa Catarina com 161.936 toneladas. Porém, houve uma expansão do cultivo da batata com o surgimento de novas áreas na região tropical de altitude - Cristalina (GO), Triângulo Mineiro/Alto Parnaíba (MG) e Chapada Diamantina (BA). Com uma grande variação climática e de relevo no Brasil, o tubérculo pode ser cultivado durante todos os meses do ano, pois quando comparada a outras hortaliças é uma cultura menos exigente em tratamentos culturais pós-plantio (AGRIANUAL, 2017; ABBA, 2017).

As cultivares mais plantadas atualmente no Brasil são, em sua grande maioria, oriundas da Europa. Estudos da Associação Brasileira da Batata (ABBA) mostram as principais variedades encontradas atualmente no mercado de São Paulo na Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo (CEAGESP), são elas: Ágata, Monalisa, Baraka, Cupido, Caesar e Asterix. A cultivar Ágata, de origem europeia e película amarela, é a mais cultivada no Brasil, destacando-se pelo elevado rendimento, boa aparência e uniformidade dos tubérculos, qualidade muito bem aceita pelos consumidores e apropriada para o mercado *in natura* (Fernandes et al., 2010; EMBRAPA, 2017).

O cultivo da batata é destinado, principalmente, para a comercialização *in natura* ou de mesa, com apenas 10% destinado ao processamento industrial, nas formas de pré-frita congelada, *chips* e batata palha. Entretanto, com a demanda por alimentos rápidos e processados, em função da mudança de hábitos alimentares da população,

existe espaço para o crescimento do processamento industrial da batata. O Brasil é autossuficiente na produção para o mercado do tubérculo *in natura* e processamento doméstico, porém depende de importação de grande parte da batata processada. A batata pode ser processada de várias formas, como no cozimento, fritura, fécula e flocos. Seus subprodutos são utilizados na produção de álcool e ingredientes da ração animal. Desse modo, o desenvolvimento da industrialização da batata tem sido crescente. Isso faz com que os agricultores busquem obter um diferencial na produção a fim de atender a demandas específicas, tendo em vista que existe uma grande diversidade de alimentos à base de batata (Pádua, 2010; EMBRAPA, 2017).

O consumidor cada vez mais exigente em razão das mudanças no comportamento e preferência alimentar busca um produto final com boa aparência, cor e textura. O processamento industrial da batata deve atender a um padrão de qualidade relacionado à sua composição físico-química. As principais características avaliadas para determinar a qualidade do processamento são referentes ao teor de matéria seca (amido), que deve ser alto, acima de 20%, e baixos níveis de açúcares redutores, que devem ser menores que 0,1%. Dessa forma, garante-se um produto frito com textura crocante, como resultado um produto frito claro e com melhor sabor, pois a batata escura é rejeitada pelo consumidor. Esse escurecimento do produto frito é atribuído à reação de Mailard, que, com seus grupos de aminoácidos ou proteínas, forma pigmentos escuros chamados de melanoidinas bem como compostos de sabor amargo. Essas características podem variar de acordo com a cultivar, além do grau de maturidade do tubérculo, da ocorrência de pragas e doenças, juntamente com as condições de cultivo e de armazenamento (EMBRAPA, 2017).

O desperdício de alimentos está em torno de 1,3 bilhão de toneladas por ano, o que significa que 1/3 de todo o alimento produzido no mundo para consumo humano é perdido, o que abrange toda a cadeia produtiva. As perdas pós-colheita de raízes e tubérculos, incluindo hortaliças como a batata e batata doce, representam prejuízos de 30% a 60% da produção mundial, dependendo da região, condições de clima, manuseio, transporte, condições de armazenamento e comercialização. As principais causas destas perdas são: danos mecânicos, deterioração por patógenos e pragas, causas fisiológicas, como o esverdeamento, queimadura e brotação (FAO, 2011; EMBRAPA, 2017).

O esverdeamento pós-colheita na batata é ocasionado pela exposição à luz natural ou artificial. O principal fator responsável pelo esverdeamento é a síntese da clorofila decorrente da exposição à luz e da transformação de amiloplastos em

cloroplastos. Esse distúrbio fisiológico leva à depreciação do produto, pois ocasiona alterações nos aspectos visuais dos tubérculos, o que reduz a possibilidade de comercialização. Quando o tubérculo fica com coloração verde, há presença de glicoalcaloides de sabor amargo, sendo os principais a solanina e a chaconina, que correspondem 95% dos alcaloides totais. Deve-se ter cuidado com a ação tóxica que esses compostos desencadeiam no organismo humano, de modo que não sejam consumidos. Existem fatores que influenciam na qualidade do produto final na batata sob armazenamento, que incluem as altas taxas respiratórias, o adoçamento, a brotação e o aparecimento de patógenos (Griffiths et al., 1994; Grunenfelder et al., 2006; EMBRAPA, 2017).

Fatores externos, como cuidados na colheita, no transporte e no manuseio pós-colheita, conforme Pádua (2010), são características que influenciam no processamento da batata. O autor também afirma que as características de qualidade dos tubérculos que são importantes para a indústria de processamento levam em conta o tamanho, o formato e a uniformidade. Também são considerados os elementos de textura cor e ausência de danos ou defeitos. Segundo Cardoso et al. (2017), características pós-colheita fazem a diferença na aceitação do produto no mercado econômico. Assim, a aparência visual, que tem interferência significativa da cor e dos defeitos presentes nos tubérculos, influencia na aceitabilidade pelos consumidores.

2.2 Brotação

Tanto o consumo de batata quanto a produção de tubérculos para sementes dependem do estágio de brotação, o qual influencia na qualidade do tubérculo. Dessa forma, é necessário controlar a dormência, de modo a manter boa aparência e aceitação final do consumidor. A brotação é um processo fisiológico que depende da cultivar, das condições ambientais, da temperatura e umidade durante o cultivo, juntamente com as condições de armazenamento. O ciclo de desenvolvimento da batata é descrito em quatro fases: de brotação dos tubérculos, vegetativa, de tuberização e de senescência. A fase de brotação compreende quatro estádios que são: dormência, dominância apical, plena brotação e senescência (Bisognin & Streck, 2009; Mani & Hannachi, 2015).

No estágio de dormência, não há brotação, podendo estender-se de duas semanas até vários meses após a colheita. O período do referente estágio depende da

cultivar e da temperatura de armazenamento. Esse período, pela não formação de brotos, possibilita sua comercialização e consumo. A fase de dominância apical é o início da brotação, com presença de pelo menos um broto apical, com poucas hastes por área (Bisognin & Streck, 2009).

No estágio de plena brotação, ocorre o aparecimento de brotos nas gemas laterais com pelo menos 2 mm de comprimento. Nessa fase, há crescimento de um grande número de brotos em diferentes regiões do tubérculo, além da sua ramificação. Há fatores que interferem na duração do estágio de plena brotação. São eles: a temperatura, a umidade, o tamanho do tubérculo e a cultivar. Com o crescimento dos brotos, ocorre o início da formação das raízes, última fase de brotação. Os tubérculos, na fase de formação de raízes, apresentam um rápido envelhecimento fisiológico, que tem como consequência a senescência da batata. A presença das hastes caracteriza o final da brotação dos tubérculos (Bisognin & Streck, 2009).

No estágio de dormência, o crescimento do broto é inibido, isso evita a rápida brotação, o que é importante para o armazenamento. A dormência é controlada por um balanço hormonal entre promotores e inibidores de crescimento. A germinação dos brotos na batata é controlada pelo nível de fitormônios endógenos e exógenos, entre eles, o etileno. A disponibilidade de sacarose é necessária para a liberação da latência. Na ausência deste componente, não ocorre quebra de dormência de gemas, o que evita a brotação (Mani & Hannachi, 2015; EMBRAPA, 2017).

Durante o crescimento dos brotos, ocorre aumento acentuado na respiração, que acontece para suprir as necessidades energéticas, o que resulta na degradação de reservas de amidos com acúmulo concomitante de açúcares redutores (glicose e frutose), na perda de água por transpiração e, conseqüentemente, na perda de peso dos tubérculos. A brotação indesejável dos tubérculos resulta na perda da sua qualidade nutricional. Logo, o consumidor não irá adquirir um produto depreciado, o que ocasiona perdas econômicas durante o armazenamento. A brotação afeta a composição interna do tubérculo, a destruição do material comestível e as mudanças nas características nutricionais (Bisognin et al., 2008; Delaplace et al., 2008).

Existem métodos que estão disponíveis para controlar o surgimento da brotação durante o armazenamento em batatas, entre eles, aplicação pós-colheita do cloroprofano (CIPC). Quando interfere na divisão celular, o CIPC inibe o desenvolvimento do broto e é muito utilizado no armazenamento em batatas em países da Europa e nos Estados Unidos. Porém, esses agentes não são registrados no Brasil

como inibidores de brotação em batatas por não serem ambientalmente aceitáveis em razão de terem teores de compostos tóxicos ao homem e ao ambiente (Blenkinsop et al., 2002; Frazier et al., 2004).

Assim, é importante buscar outras opções em compostos naturais para controlar a brotação em batatas, os quais não levem ao desperdício e à perda de qualidade da hortaliça no armazenamento e, ao mesmo tempo, não acarretem prejuízos à saúde do homem e ao meio ambiente.

2.3 Peróxido de hidrogênio

A manutenção da qualidade e da imagem da hortaliça deve ser uma preocupação constante. A incorporação de tecnologias e produtos de baixo custo de aplicação que possibilitem a conservação pós-colheita dos tubérculos de batata, para a garantia da sua qualidade e da sua durabilidade, é uma alternativa promissora para minimizar as perdas, conservar suas características físico-química e visuais por mais tempo.

O peróxido de hidrogênio (H_2O_2) é utilizado em inúmeras aplicações na medicina, na agricultura e na indústria alimentícia de leite, ovos, chá e vinhos, em processos de clarificação, sendo uma alternativa ao cloro por ser reconhecido como seguro. Também de acordo com a concentração, ele é empregado como agente antimicrobiano. O peróxido de hidrogênio é considerado um forte oxidante pela sua capacidade de produzir radicais livres altamente reativos, que atacam componentes celulares, pois é produzido naturalmente por plantas como resposta de defesa contra ataques de patógenos. Alguns estudos propõem que o peróxido de hidrogênio regula a expressão de uma série de genes cujos produtos de expressões estão envolvidos na dormência (Kitis, 2004; Olmez & Kretzschmar, 2009; Suttle et al., 2014).

O peróxido de hidrogênio é um líquido incolor, com fórmula química muito parecida com a da água (H_2O) e se decompõe em oxigênio e água, o que o torna ambientalmente correto. Tem baixa toxicidade, não havendo necessidade de enxaguar os alimentos tratados com H_2O_2 após sua aplicação. Apresenta a vantagem de gerar resíduos que rapidamente são transformados pela enzima catalase em água e oxigênio (Artés et al., 2009).

Concentrações de peróxido de hidrogênio mais elevadas são tóxicas para as plantas, por alterar a parede celular e ocasionar danos à membrana. Assim, o acúmulo de formas reativas de oxigênio (EROs), especificamente do referido composto, é um fator importante, responsável pelo estresse oxidativo e pelo declínio funcional em células mais antigas. Esse acúmulo resulta na oxidação de proteínas, que pode resultar na diminuição da capacidade germinante dos tubérculos e causar a morte celular. Na batata, a excessiva concentração de peróxido de hidrogênio nas mitocôndrias pode manter a dormência e inibir a brotação. O peróxido de hidrogênio também danifica ou queima o broto apical, impedindo seu crescimento e desenvolvimento (Frazier et al., 2004; Mani et al., 2014).

Diante do exposto, são necessários estudos que avaliem a eficiência da utilização do peróxido de hidrogênio para o controle de brotações e mantenham a qualidade pós-colheita de batatas. Tais comportamentos devem ser pesquisados tendo em vista a diminuição das perdas durante o armazenamento do vegetal. Com este estudo, objetivou-se avaliar os efeitos do peróxido de hidrogênio no controle de brotações de modo a preservar a qualidade físico-química em tubérculos de batata para comercialização.

2.4 Referências

- ABBA (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA). *A batata: História da batata*, 2017. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/site/>>. Acesso em setembro 18, 2017.
- AGRIANUAL (Anuario da Agricultura Brasileira). *Batata Brasil: Área, produção e produtividade*, 2017. In: *Associação Brasileira da Batata*. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/site/>>. Acesso em setembro 17, 2017.
- ARTÉS, F; GÓMEZ, P; AGUAYO, E; ESCALONA, V; ARTÉS-ERNANDEZ, F. 2009. Sustainable sanitation techniques for keeping quality and safety of fresh-cut plant commodities. *Postharvest Biology and Technology*, v.51, n.3, p.287-296. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio>>. Acesso em outubro 8, 2018.
- BISOGNIN, DA; FREITAS, STde; BRACKMANN, A; ANDRIOLO, JL; PEREIRA, EIP.; MULLER, DR; BANDINELLI, MG. Envelhecimento fisiológico de tubérculos de batata produzidos durante o outono e a primavera, armazenados em diferentes temperaturas. *Bragantia*, Campinas, v.67, n.1, p.59-65, 2008.
- BISOGNIN, DA; STRECK, NA. Desenvolvimento e manejo das plantas para alta produtividade e qualidade da batata. Itapetininga, SP: *Associação Brasileira da Batata*, 2009. 30p.

- BLENKINSOP, RW; COPP, LJ; YADA, RY; MARANGONI, AG. Effect of chlorpropham (CIPC) on carbohydrate metabolism of potato tubers during storage. *Food Research International*, v.35, n.7, p.651-655, 2002.
- CARDOSO, AD; ALVARENGA; MAR; DUTRA, FV; MELO, TL; VIANA, AES. Características físico-químicas de batata em função de doses e fracionamentos de nitrogênio e potássio. *Revista de Ciências Agrárias*, 2017, 40(3):567-575.
- DELAPLACE, P; BROSTAUX, Y; FAUCONNIER, ML; DU JARDIN, P. Potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber physiological age index is a valid reference frame in 23 postharvest ageing studies. *Postharvest Biology and Technology*, v.50, n.1, p.103-106, 2008.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Composição, 2017. In: *Sistemas de Produção da batata* 2.ed. Disponível em: <<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/home>>. Acesso em outubro 17, 2017.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2011. *Global Food Losses and Food Waste - extent, causes and prevention*. Rome: FAO. 30p.
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Batata mundo: Área de produção e produtividade. 2017. In: *Associação Brasileira da Batata*. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/site/>>. Acesso em setembro 17, 2017.
- FERNANDES, AM; SORATTO, RP; EVANGELISTA, RM; NARDIN, I. 2010. Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno. *Horticultura Brasileira* 28:299-304.
- FRAZIER, MJ; OLSEN, N; KLEINKOPF, G. 2004. *Organic and alternative methods for potato sprout control is storage*. University of Idaho Extension. Disponível em: <<http://www.cals.uidaho.edu/edcomm/pdf/CIS/CIS1120.pdf>>. Acesso em setembro 18, 2017.
- GRIFFITHS, DW; DALE, MFB; BAIN, H. The effect of cultivar, maturity and storage on photo-induced changes in the total glycoalkaloid and chlorophyll contents of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Plant Science*, v.98, n.1, p.103-109, 1994.
- GRUNENFELDER, L; HILLER, LK; KNOWLES, NR. Color indices for the assessment of chlorophyll development and greening of fresh market potatoes. *Postharvest Biology and Technology*, v.40, n.1, p.73-81, 2006.
- KITIS, M. 2004. *Disinfection of wastewater with peracetic acid: a review*. *Environment International*, v.30, n.1, p.47-55. Disponível em: <<http://cidta.usal.es/cursos/enfermedades/modulos/Libros/UNIDAD2/agua34.pdf>>. Acesso em outubro 8, 2018.
- MANI, F; HANNACHI, C. *Physiology of Potato Sprouting*. *Journal of new sciences, Sahel*, v.17, n.2, p.591-602, 2015.
- MANI, F; BETTAIEB, T; DOUDECH, N; HANNACHI, C. Physiological mechanisms for potato dormancy release and sprouting: a review. *African Crop Science Journal*, v.22, n.2, p.155-174, 2014.
- MANI, F; BETTAIEB, T; DOUDECH, N; HANNACHI, C. Effect of hydrogen peroxide and thiourea on dormancy breaking of microtubers and field-grown

tubers of potato. *African Crop Science Journal*, [S.l.], v.21, n.3, p.221-234, 2013.

ÖLMEZ, H; KRETZSCHMAR, U. 2009. Potential alternative disinfection methods for organic fresh-cut industry for minimizing water consumption and environmental impact. *Food Science and Technology*, v.42, n.3, p.686-693. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643808001862>>.

Acesso em: outubro 8, 2018.

PÁDUA, JGde. Produção de batata e mandioquinha-salsa visando ao processamento industrial. *Revista Raízes Amidos Tropicais*, [S.l.], v.6, n.1, p.147-161, 2010.

SUTTLE, JC; HUCKLE, LL; LU, S; KNAUBER, DC. Potato tuber cytokinin oxidase/dehydrogenase genes: Biochemical properties, activity, and expression during tuber dormancy progression. *Journal of Plant Physiology*, [S.l.], v.171, n.6, p.448-457, mar. 2014.

3 CAPÍTULO I

Controle de brotações e qualidade pós-colheita de batatas tratadas com peróxido de hidrogênio

(Normas de acordo com a Revista Horticultura Brasileira)

Resumo

Atualmente, existe uma crescente preocupação com a qualidade dos tubérculos de batata para sua comercialização *in natura* e seu processamento. A brotação é um dos fatores que contribuem para perda da qualidade físico-química em batatas. Com isso, tem-se atentado para o uso de peróxido de hidrogênio, mas pouco se conhece sobre seus efeitos no controle de brotações. Objetivou-se, com este estudo, avaliar os efeitos do peróxido de hidrogênio no controle das brotações e qualidade pós-colheita de tubérculos de batata (*Solanum tuberosum* L.). O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (0, 50, 100 e 200 mg L⁻¹) e quatro repetições. Cada repetição foi composta por três tubérculos da cultivar Ágata. Os tubérculos foram avaliados aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento quanto à qualidade visual - número, diâmetro e comprimento de brotos - e em relação ao esverdeamento e características físico-química - firmeza, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, açúcares solúveis totais, amido e perda de massa. As brotações das batatas foram inibidas com uma concentração de 92 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio até o sétimo dia de armazenamento e não houve esverdeamento. As concentrações entre 50 e 100 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio preservaram as características físico-químicas de tubérculos de batata ao longo do armazenamento, e concentrações acima de 100 mg L⁻¹ causaram efeitos negativos na qualidade, como perda de massa e firmeza.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L., brotos, qualidade visual, vida útil

Budding control and potatoe postharvest quality treated with hydrogen peroxide

(Regulations according to the Horticultura Brasileira magazine)

Abstract

Currently, there is a growing concern about the potato tuber quality for marketing *in natura* and its processing. The sprout is one of the factors contributing to the loss of the potato physicochemical quality. Thereby, there has been special attention on hydrogen peroxide use, but little is known about its effect on sprout control. This study aimed to evaluate the effects of hydrogen peroxide on sprout control and potato tuber postharvest quality (*Solanum tuberosum* L.). The experiment was carried out in completely randomize design with four treatments (0, 50, 100, and 200 mg L⁻¹) and four replicates. Each replicate was composed of three potato tubers of Ágata cultivar. The potato tubers were evaluated at 0, 7, 14, and 21 days of storage, regarding visual quality (number, length, and diameter of sprout), greening, and physicochemical characteristics (firmness, soluble solids content, titratable acidity, pH, total soluble sugar, starch, and weight loss). The potato sprouts were inhibited with 92 mg L⁻¹ hydrogen peroxide concentration up to the seventh day of storage and there was no greening. Hydrogen peroxide concentrations between 50 and 100 mg L⁻¹ have kept the physicochemical characteristics of 'Agata' cv. potato tubers during storage, and concentrations above 100 mg L⁻¹ resulted in negative effects on quality, such as loss of mass and firmness.

Keywords: *Solanum tuberosum* L., sprouts, visual quality, shelf life

3.1 Introdução

O tubérculo de batata (*Solanum tuberosum* L.) é um dos mais consumidos no mundo e ocupa o quarto lugar em volume de produção mundial. O estado de Minas Gerais é o maior produtor nacional de batata, com expansão territorial para os estados de Goiás (Cristalina) e Bahia (Chapada Diamantina). Pela praticidade e pelos preços atrativos, o consumo de batata processada vem aumentando. São consumidos no Brasil cerca de 450 mil toneladas de batatas pré-fritas, sendo 2/3 de produtos importados e 1/3 de produtos nacionais (ABBA, 2017; AGRIANUAL, 2017).

As características exigidas pelo mercado consumidor de batata no Brasil estão passando por transformações em relação à qualidade industrial e *in natura*. No mercado de produtos *in natura*, o consumidor é cada vez mais exigente quanto à qualidade do tubérculo que irá consumir, selecionando batatas por características visuais como cor e brilho da pele e pelo preço de aquisição (Fernandes et al., 2010).

As qualidades físicas e químicas das cultivares sofrem influência do ambiente e variam de uma cultivar para outra. Essas características estão relacionadas à quantidade de matéria seca e ao teor de açúcar, que irão influenciar na forma do preparo. Para preparação de frituras, as batatas devem ter alto teor de matéria seca e baixo teor de açúcares redutores, pois altos teores de açúcares resultam em produto de coloração escura e baixo teor de matéria seca, ocasionando maior absorção de óleo durante a fritura (Feltran et al., 2004; Fernandes et al., 2010).

Os brotos, juntamente com a periderme, apresentam as maiores concentrações de glicoalcaloides entre todas as partes de uma batata. A presença desses compostos nos tubérculos de batata constitui um grave problema de segurança alimentar, uma vez que os glicoalcaloides são tóxicos em razão da presença de solanina, como consequência, causam distúrbios gastrointestinais (Lopes et al., 2012; Gao et al., 2018). Em decorrência disso, a brotação nos tubérculos de batata resulta na perda de qualidade da hortaliça.

A batata é um produto altamente perecível e, com o intuito de preservar a qualidade e prolongar a vida útil, o uso de peróxido de hidrogênio para controle de brotações é utilizado em inúmeras aplicações, como no caso de alimentos em fase de pós-colheita. O peróxido de hidrogênio é empregado como agente antimicrobiano, sendo produzido pelas plantas como resposta ao ataque de patógenos. Ele é considerado um forte oxidante, pela sua capacidade de produzir radicais livres, que atacam componentes celulares. Tem baixa toxicidade, uma vez que a enzima catalase o degrada em água e oxigênio. Alguns estudos propõem que o peróxido de hidrogênio regula a expressão de uma série de genes que estão envolvidos na dormência do tubérculo de batata (Morkunas et al., 2004; Suttle et al., 2014).

Com base na necessidade de buscar maneiras alternativas de controle que sejam, ao mesmo tempo, efetivas e mantenham as características desejáveis, objetivou-se, com este estudo, avaliar os efeitos do peróxido de hidrogênio no controle de brotações de modo a preservar a qualidade físico-química em tubérculos de batata para comercialização em diferentes períodos de armazenamento.

3.2 Material e métodos

3.2.1 *Material vegetal*

Os tubérculos de batata *Ágata* foram cultivados no Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos, em Goiás (17°48'48,93"S, 49°12'15,56"W, 753 m de altitude), e foram cedidos para a realização do experimento. As batatas foram transportadas para o laboratório de fisiologia vegetal e pós-colheita do IFGoiano-Morrinhos (GO), selecionadas quanto à ausência de injúrias mecânicas e fisiológicas, lavadas manualmente com água potável e dispostas sobre a bancada do laboratório para secagem natural.

3.2.2 *Delineamento experimental*

O experimento foi conduzido no mês de abril de 2018 em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Cada repetição foi composta por três tubérculos de batata. Os tratamentos consistiram de três concentrações de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), 50, 100 e 200 mg L⁻¹, e um tratamento controle. Respektivas concentrações foram determinadas através do estudo feito por Rodrigues et al. 2018, que achou a melhor concentração de 100 mg L⁻¹ para o controle de brotações. As subparcelas corresponderam aos períodos de armazenamento de 0, 7, 14 e 21 dias. Esses períodos de armazenamento foram determinados pelo tempo em média de vida útil de um tubérculo de batata (Figura 1).



Figura 1. Características visuais dos tubérculos de batata durante o armazenamento em função dos tratamentos controle (T1) e peróxido de hidrogênio (T2) 50, (T3) 100 e (T4) 200 mg L⁻¹. IFGoiano, Campus Morrinhos, Goiás, 2018 (Visual characteristics of potato tubers during storage regarding the control treatments (T1) and hydrogen peroxide (T2) 50, (T3) 100, and (T4) 200 mg L⁻¹. IFGoiano, Campus Morrinhos, Goiás, 2018)

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando necessário, ajustado um modelo de regressão, utilizando o programa Sisvar (Ferreira, 2008).

3.2.3 Condições experimentais

Os tubérculos de batata foram pulverizados com as diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio. O peróxido de hidrogênio utilizado no experimento estava acondicionado em frasco com 1000 ml de solução aquosa, 35% P.A., marca Neon[®], de valor acessível e pode ser adquirido em distribuidoras de produtos químicos ou no site do próprio fabricante.

As amostras referentes ao tratamento controle foram pulverizadas com água deionizada, com um volume de 250 mL por parcela, mesmo volume utilizado no tratamento com peróxido de hidrogênio. Após a imposição dos tratamentos, os tubérculos foram dispostos em grades para a completa secagem. Em seguida, foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido e mantidos sobre uma bancada em condições de temperatura de ambiente de 22 a 26°C e umidade relativa do ar de 77,6%.

Aos 0, 7, 14 e 21 dias após a imposição dos tratamentos, os tubérculos de batata foram avaliados quanto às características visuais brotação, diâmetro e comprimento de brotos e esverdeamento. Também foram analisadas as características físico-químicas de firmeza, acidez, sólidos solúveis, pH, açúcares solúveis totais, amido e perda de massa, conforme descrito a seguir.

3.2.4 Avaliações

3.2.4.1 Qualidade visual

A Portaria nº 69/1995 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) tem como objetivo estabelecer os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem, nos aspectos referentes à classificação da batata para fins de comercialização, e considera como defeitos quando o comprimento do broto exceder a 2 mm (MAPA, 1995).

As avaliações visuais foram feitas sempre nos mesmos tubérculos de batata durante o período de armazenamento, correspondendo à subparcela de 21 dias:

- a) brotações: O número de brotos foi determinado pela contagem manual. Para o comprimento e o diâmetro dos brotos, foi utilizado um paquímetro digital (Marca Digimess[®] 300 mm). Os resultados foram expressos em milímetros (mm);
- b) esverdeamento: Foi avaliado pela escala visual de 5 a 1, em que 5=ausência; 4=leve esverdeamento; 3=regular; 2=acentuado; 1=intenso (Filgueira, 1979).

3.2.4.2 Características físico-químicas

A qualidade dos tubérculos de batata foi determinada aos 0, 7, 14 e 21 dias, conforme descrito abaixo:

- a) firmeza: Foi obtida pelo método do aplanador, e seus valores expressos em Newton (Calbo & Nery, 1995). A firmeza foi determinada em cada um dos três tubérculos (com casca) de cada unidade experimental. Foram feitas duas leituras em cada lado da batata. Assim, foram totalizadas quatro leituras por batatas para cada tratamento. Para tanto, foi utilizado um paquímetro digital da marca Digimess® de 300 mm, com os resultados expressos em newton (N) [Equações (1); (2)]:

$$\text{Área (cm}^2\text{)} = \text{comprimento maior} * \text{comprimento menor} * 0,784 \quad (1)$$

Onde:

A = Área, expressa em cm²

$$\text{Firmeza} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}} \quad (2)$$

Em que:

Firmeza (kgf cm⁻²). Os valores foram então multiplicados por 9,8 para obtenção da firmeza em N. Força – massa do aplanador, em kg;

- b) teor de sólidos solúveis (SS): As amostras foram obtidas por extração do suco celular de três batatas sem casca, com auxílio de uma centrífuga de alimentos (Marca Philips Walita®). Em seguida, duas gotas foram depositadas sobre o prisma do refratômetro portátil (Marca ATAGO, Japão®) e, na sequência, foi feita a leitura do índice de refração, expresso em °Brix (AOAC, 2010);
- c) acidez titulável (AT): As amostras foram obtidas pela extração do suco celular de três batatas sem cascas, com auxílio de uma centrífuga de alimentos. A acidez foi determinada por titulometria de neutralização (AOAC, 2010). Com auxílio de uma pipeta, foram coletados 10ml da amostra, transferidos para um erlenmeyer de 125 mL, contendo 90ml de água deionizada, na qual foram adicionadas três gotas do indicador fenolftaleína. Em seguida, foi feita a titulação da amostra com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 M até a obtenção de coloração rósea;
- d) pH: para determinação do pH, foi feita a extração do suco de três batatas sem casca com o auxílio de uma centrífuga de alimentos. Os valores de pH foram obtidos utilizando um pHmêtro de bancada digital (mPA-210,

Tecnopon[®], Piracicaba, Brasil) previamente calibrado com solução 1 tampão pH 4.0 e 7.0 (AOAC, 2010);

- e) açúcares solúveis totais (AST): as amostras foram determinadas pelo método fenol-sulfúrico (Dubois et al., 1956). Retirou-se 1 g como amostra dos tubérculos de cada tratamento, que foi transferida para um recipiente com 80% de etanol, em temperatura de 70°C, até que ela estivesse completamente coberta. Após trinta minutos, as amostras foram retiradas e trituradas com auxílio de cadinho e filtradas em papel de filtro. O extrato alcoólico foi transferido para frascos com tampa, e o volume finalizado para 6ml, sendo armazenados em B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand). Os teores de AST foram determinados pelo espectrofotômetro (Modelo IL-226-BI, marca Kasuaki, Japão[®]) no comprimento de onda de $\lambda=490$ nm, utilizando uma curva padrão de sacarose 1%;
- f) amido (AM): as amostras foram obtidas do resíduo proveniente da extração dos AST, pelo método de McCready et al. (1950), com fenol-sulfúrico. Após a secagem em estufa a 65°C por 72 horas, as amostras foram ressuspensas em 2,5 mL de H₂O e 3,25 mL de ácido perclórico 52%. Logo em seguida, foram homogeneizadas em um vortex e deixadas em temperatura ambiente por 30 min. Depois, as amostras foram levadas a uma centrífuga durante 15 min, por três vezes. Foi recolhido o sobrenadante para, então, completá-lo com água deionizada, direcionado ao menor volume. Os extratos foram diluídos e, em seguida, uma amostra de 250 μ L foi retirada e transferida para frascos com tampa. Na sequência, foram adicionados 250 μ L de fenol e 1,25 mL de ácido sulfúrico concentrado. As amostras foram homogeneizadas em um vortex e levadas a banho-maria a 30°C por 20 minutos. Após esse período, os tubos foram novamente homogeneizados e deixados à temperatura ambiente por 30 min. Por fim, a absorbância foi medida em espectrofotômetro (Modelo IL-226-BI, Kasuaki, Japão[®]) no comprimento de onda de $\lambda=490$ nm, com a utilização de uma curva padrão de sacarose 1%;
- g) perda de massa: foi determinada em balança semianalítica, com precisão de duas casas decimais (Marca Alfa[®]). Os valores foram expressos em porcentagem [Equação (3)]:

$$PMF (\%) = \left(\frac{MFI - MFF}{MFI} \right) * 100 \quad (3)$$

Em que:

PMF = Perda de massa fresca, expressa em porcentagem;

MFI = Massa fresca inicial; e

MFF = Massa fresca final.

3.3 Resultados e discussão

A concentração de peróxido de hidrogênio e os dias de armazenamento influenciaram na emissão de brotos, e o diâmetro e o comprimento de brotos foram afetados pela concentração de peróxido de hidrogênio (Figura 2, Tabela 1). O modelo de regressão quadrática teve o melhor ajuste para essas variáveis. Observou-se que, na medida em que a concentração de peróxido de hidrogênio aumentava, havia menor número de brotos (4), com menor emissão em 92 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio aos sete dias de armazenamento e aos 14 e 21 dias, e as concentrações de 152 e 147 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio estimularam a emissão de brotos (Figura 2A).

O número de brotos aumentou cerca de 40% ao longo do armazenamento em tubérculos de batata que não foram tratados com peróxido de hidrogênio. Para os tubérculos tratados com peróxido de hidrogênio, a maior emissão de brotos (nove) foi verificada aos 18 dias de armazenamento com 200 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio (Figura 2D). O maior diâmetro de brotos foi verificado aos 16 dias para a concentração de 100 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio, já para o comprimento de broto, não foi possível ajustar um modelo de regressão para essa concentração (Figura 2B, 2E). Aos 11, 18 e 6 dias de armazenamento, foram verificados os maiores comprimentos de brotos para as concentrações de 0, 50 e 200 mg L⁻¹, respectivamente (Figura 2C, 2F).

Com a emissão de brotos, ocorre aumento da respiração, consumindo as reservas energéticas, o que resulta na perda de massa, conseqüentemente, na perda de firmeza de polpa. Esses processos aceleram o envelhecimento fisiológico do tubérculo e reduzem o tempo de armazenamento, o que leva à depreciação da batata para consumo. Não houve presença de esverdeamento nas batatas, neste caso, talvez o tempo total de armazenamento não tenha sido suficiente para a determinação de um ponto máximo de esverdeamento.

Estudo conduzido por Rodrigues et al. (2018), que verificou a qualidade visual e características físico-químicas em tubérculos de batata tratados com peróxido de

hidrogênio, achou 100 mg L⁻¹ a melhor concentração para o controle de brotações em batatas.

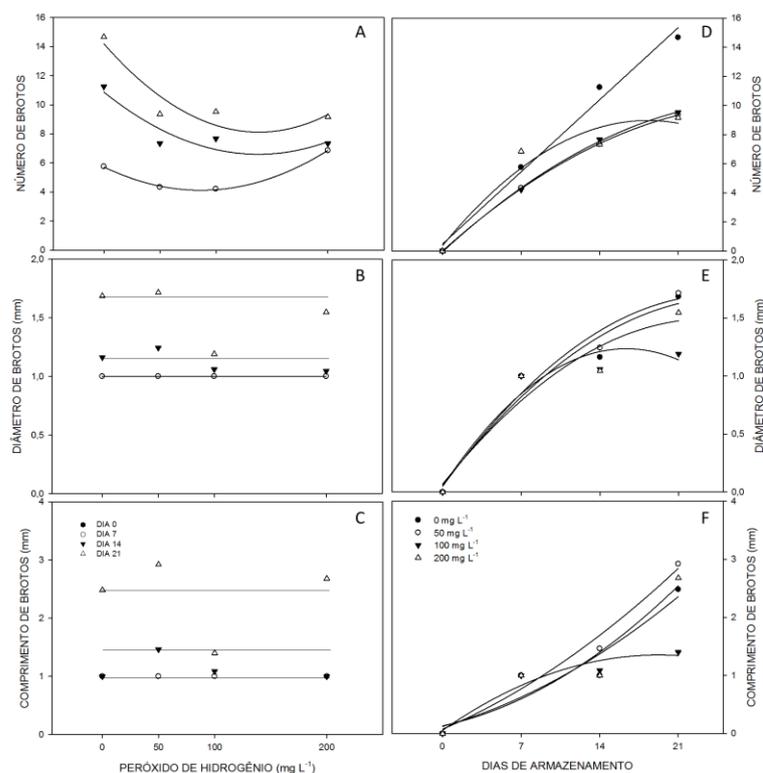


Figura 2. Número de brotos (A e D), diâmetro do broto (B e E) e comprimento do broto (C e F) de tubérculos de batata submetidos ao tratamento com peróxido de hidrogênio (0, 50, 100 e 200 mg L⁻¹) e armazenados por 0, 7, 14 e 21 dias. Os dados representam a média de $n=4$. Morrinhos-GO, Instituto Federal Goiano, 2018 (Number of shoots (A and D), bud diameter (B and E), and shoot length (C and F) of potato tubers submitted to treatment with hydrogen peroxide (0, 50, 100, and 200 mg L⁻¹) and stored for 0, 7, 14, and 21 days. The data represent the mean of $n=4$. Morrinhos-GO, Goiano Federal Institute, 2018)

Tabela 1. Equações ajustadas para número de brotos, diâmetro do broto (mm) e comprimento do broto (mm) em tubérculos de batatas tratadas com as concentrações de 0, 50, 100 e 200 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio e armazenados por 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento (Equations adjusted for number of shoots, shoot diameter (mm), and shoot length (mm) in potato tubers treated with the concentrations of 0, 50, 100, and 200 mg L⁻¹ of hydrogen peroxide and stored for 0, 7, 14, and 21 days of storage)

CARACTERÍSTICA	DIAS	EQUAÇÃO AJUSTADA	H ₂ O ₂ (mg L ⁻¹)	EQUAÇÃO AJUSTADA
Nº DE BROTOS	0	$\bar{y}=y$	0	$\bar{y}=y$
	7	$\bar{y}=5,72+0,037x-0,0002x^2$ $R^2=0,9981$	50	$\bar{y}=y$
	14	$\bar{y}=10,87-0,061x+0,0002x^2$ $R^2=0,8429$	100	$\bar{y}=y$
	21	$\bar{y}=14,20-0,088x+0,0003x^2$ $R^2=0,8747$	200	$\bar{y}=0,39+0,938x-0,0256x^2$ $R^2=0,9383$
DIÂMETRO DE BROTOS	0	$\bar{y}=y$	0	$\bar{y}=y$
	7	$\bar{y}=y$	50	$\bar{y}=y$
	14	$\bar{y}=y$	100	$\bar{y}=0,05+0,145x-0,004x^2$ $R^2=0,9430$
	21	$\bar{y}=y$	200	$\bar{y}=y$
COMPRIMENTO DE BROTOS	0	$\bar{y}=y$	0	$\bar{y}=0,12+0,05x+0,0025x^2$ $R^2=0,9383$
	7	$\bar{y}=y$	50	$\bar{y}=0,08+0,08x+0,0023x^2$ $R^2=0,9734$
	14	$\bar{y}=y$	100	$\bar{y}=y$
	21	$\bar{y}=y$	200	$\bar{y}=0,13+0,04x+0,0035x^2$ $R^2=0,9031$

A firmeza de polpa, o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável foram afetadas pela concentração de peróxido de hidrogênio e variaram ao longo do armazenamento, enquanto o pH variou apenas ao longo dos dias de armazenamento (Figura 3).

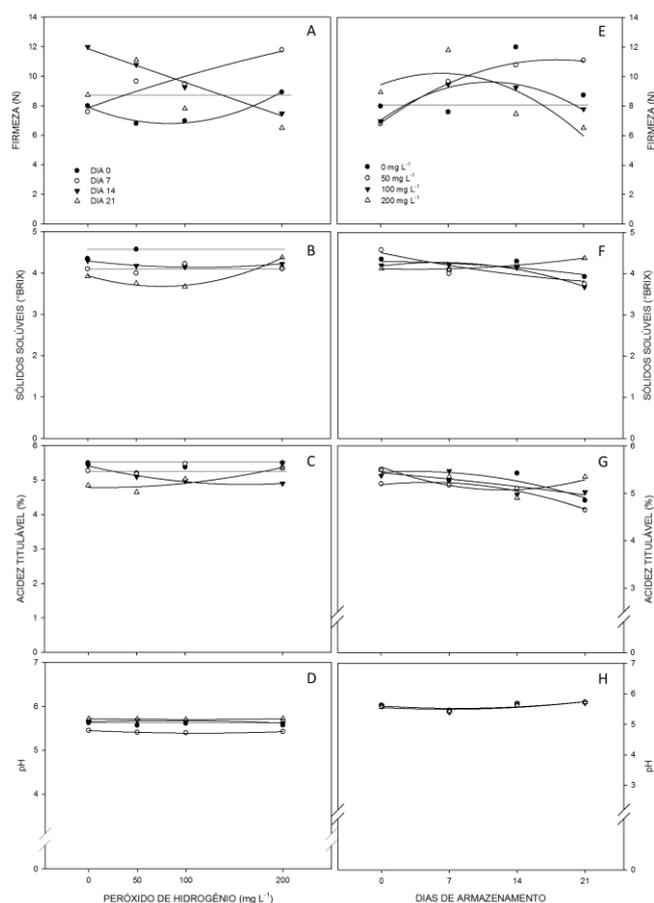


Figura 3. Firmeza (A e E), perda de massa (B e F), sólidos solúveis (C e G), acidez titulável (D e H) de tubérculos de batata submetidos ao tratamento com peróxido de hidrogênio (0, 50, 100 e 200 mg L⁻¹) e armazenados por 0, 7, 14 e 21 dias. Os dados representam a média de $n=4$ (Firmness (A and E), loss of mass (B and F), soluble solid (C and G), titratable acidity (D and H) of potato tubers submitted to treatment with hydrogen peroxide (0, 50, 100, and 200 mg L⁻¹), and stored for 0, 7, 14, and 21 days. The data represent the mean of $n=4$)

O modelo de regressão quadrática teve o melhor ajuste para essas variáveis. Observou-se que a tendência foi obter maiores taxas de declive das características físico-químicas quando o período de exposição ao peróxido de hidrogênio foi maior (Figura 3, Tabela 2).

A firmeza de polpa foi maior (11N) naqueles tubérculos tratados com 50 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio, tendo sido observada aos 18 dias de armazenamento. Nas concentrações de 100 e 200 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio, a maior firmeza de polpa ocorreu aos 11 e 6 dias, respectivamente, com valores em torno de 9N (Figuras 3A, 3E). Em estudo conduzido por Evangelista et al. (2011), que avaliou a qualidade nutricional e o esverdeamento pós-colheita de tubérculos de cultivares de batata, foi observado que

a menor firmeza de polpa foi de 6,8N em batatas Ágata. Já o estudo conduzido por Feltran et al. (2004), que avaliou a qualidade tecnológica e a utilização de tubérculos de batata, encontrou valores semelhantes a 6,7N de firmeza de polpa em batata Ágata.

Para a composição físico-química de sólidos solúveis (°Brix), foi observado o menor teor para as batatas tratadas com 117 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio aos 14 dias de armazenamento e os maiores teores (4,4°Brix) de sólidos solúveis na concentração de 200 mg L⁻¹ (Figuras 3B, 3F). Esse incremento no °Brix na concentração de 200 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio pode ser resposta à maior degradação do amido. Este aumento de sólidos solúveis, segundo Chitarra M e Chitarra A (2005), é resultado da conversão de amido em glicose e sacarose, resultante dos processos respiratórios. Em um estudo desenvolvido por Virmond et al. (2014), que consistiu em avaliar as características físico-químicas de cultivares de batata sob cultivo orgânico, foram encontrados valores semelhantes a 4,0 °Brix para a cultivar Ágata. Já no estudo desenvolvido por Feltran et al. (2004), que avaliou a qualidade tecnológica e a utilização de tubérculos de batata, foram encontrados valores maiores para sólidos solúveis de 5,4°Brix.

Tabela 2. Equações ajustadas para firmeza (N), sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (%) e pH em tubérculos de batatas tratadas com as concentrações de 0, 50, 100 e 200 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio e armazenados por 0, 7, 14 e 21 dias (Equations adjusted for firmness (N), soluble solid (°Brix), titratable acidity (%), and pH in potato tubers treated with the concentrations of 0, 50, 100, and 200 mg L⁻¹ of hydrogen peroxide, and stored by 0, 7, 14, and 21 days)

CARACTERÍSTICA	DIAS	EQUAÇÃO AJUSTADA	H ₂ O ₂ (mg L ⁻¹)	EQUAÇÃO AJUSTADA
FIRMEZA (N)	0	$\bar{y}=7,92-0,027x+0,0002x^2$ R ² =0,9806	0	$\bar{y}=y$
	7	$\bar{y}=y$	50	$\bar{y}=6,84+0,474x-0,0131x^2$ R ² =0,9963
	14	$\bar{y}=11,86-0,0228x$ R ² =0,9867	100	$\bar{y}=7,04+0,458x-0,0202x^2$ R ² =0,9747
	21	$\bar{y}=y$	200	$\bar{y}=9,45+0,245x-0,0195x^2$ R ² =0,6524
SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX)	0	$\bar{y}=y$	0	$\bar{y}=y$
	7	$\bar{y}=y$	50	$\bar{y}=y$
	14	$\bar{y}=4,29-0,003x+0,000012x^2$ R ² =0,9788	100	$\bar{y}=y$
	21	$\bar{y}=3,94-0,007x+0,000045x^2$ R ² =0,9907	200	$\bar{y}=y$
ACIDEZ TITULÁVEL (%)	0	$\bar{y}=y$	0	$\bar{y}=5,44+0,012x-0,0018x^2$ R ² =0,7610
	7	$\bar{y}=y$	50	$\bar{y}=5,18+0,021x-0,0022x^2$ R ² =0,9735
	14	$\bar{y}=5,41-0,0067x+0,000026x^2$ R ² =0,9898	100	$\bar{y}=y$
	21	$\bar{y}=4,79-0,0006x+0,000017x^2$ R ² =0,8410	200	$\bar{y}=5,56-0,077x-0,0031x^2$ R ² =0,6444
pH	0	$\bar{y}=y$	0	$\bar{y}=5,60-0,019x+0,0013x^2$ R ² =0,7039
	7	$\bar{y}=5,45-0,001x+0,00000046x^2$ R ² =0,9912	50	$\bar{y}=y$
	14	$\bar{y}=5,65+0,0006x+0,0000039x^2$ R ² =0,8671	100	$\bar{y}=y$
	21	$\bar{y}=5,72-0,0004x+0,000019x^2$ R ² =0,9182	200	$\bar{y}=5,55-0,017x+0,0012x^2$ R ² =0,7819

Os valores de acidez titulável (%) foram menores na concentração de 163 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio aos 14 dias de armazenamento e maior (5,5%) na concentração de 200 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio aos 21 dias de armazenamento (Figuras 3C, 3F). Valores baixos de 0,42% foram encontrados aos quatorze dias de armazenamento em estudo desenvolvido por Furlaneto et al. (2014), tendo sido verificado que a qualidade de batata cv. Ágata foi influenciada por diferentes concentrações de adubação potássica. Os valores médios de acidez titulável, independentemente da concentração utilizada, se reduziram ao longo do armazenamento. Portanto, a diminuição do teor de acidez durante o armazenamento observada neste estudo pode ser explicada pelo uso de ácidos orgânicos como substrato na respiração (Dias et al., 2017).

Em relação ao pH, não houve interferência significativa nas concentrações de peróxido de hidrogênio e, ao longo dos dias de armazenamento, os maiores valores de pH foram verificados aos 7, 14 e 21 dias de armazenamento para as concentrações de 110, 76 e 106 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio, respectivamente, com valores de pH variando entre 5,6 a 5,8 (Figuras 3D, 3H). No geral, os valores de pH da polpa das batatas cv Ágata avaliadas estavam próximas de 6,0, o que indica que os tubérculos se encontravam em bom estado de maturação, pois os valores de pH de maturação que degradam o amido são mais baixos (Feltran et al. 2004). Valores semelhantes foram encontrados no estudo de Furlaneto et al. (2014), em que a média geral do pH aos quatorze dias de armazenamento foi de 5,7.

Para as análises de açúcares solúveis totais (AST%), os maiores teores foram identificados em tubérculos de batata tratados com 105 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio aos 14 e 21 dias de armazenamento. Os menores teores foram verificados aos 21 dias, independentemente do tratamento utilizado (Figuras 4A, 4D). Em um estudo desenvolvido por Braun et al. (2010), que consistiu em avaliar os carboidratos e a matéria seca de tubérculos de cultivares de batata influenciados por doses de nitrogênio, foram encontrados valores inferiores a 1,56% de AST. O teor de açúcares solúveis totais está relacionado à atividade das enzimas responsáveis pela degradação do amido e pela redução da atividade respiratória, e isto resulta em acúmulo desses carboidratos (Braun et al., 2010).

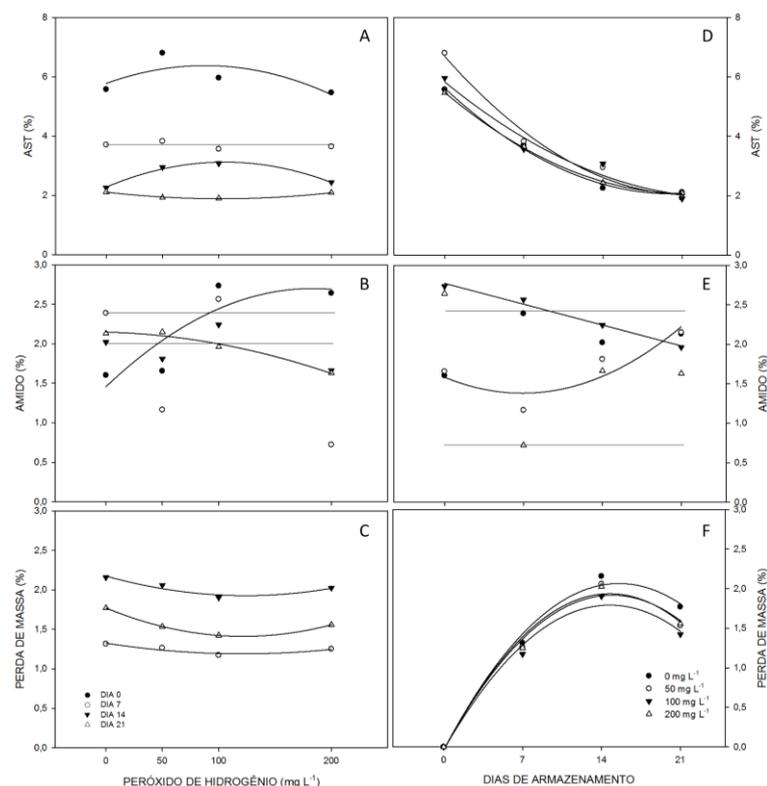


Figura 4. Açúcar solúvel total (A e D), amido (B e E) e perda de massa (C e F) em tubérculos de batata submetidos ao tratamento com peróxido de hidrogênio (0, 50, 100 e 200 mg L⁻¹) e armazenados por 0, 7, 14 e 21 dias. Os dados representam a média de n=4. (Total soluble sugar (A and D), starch (B and E), and loss of mass (C and F) in potato tubers submitted to treatment with hydrogen peroxide (0, 50, 100, and 200 mg L⁻¹) and stored for 0, 7, 14, and 21 days. The data represent the mean of n=4)

Concentrações de peróxido de hidrogênio acima de 100 mg L⁻¹ favoreceram a degradação de amido (2,0%) em tubérculos de batata Ágata ao longo do armazenamento. Aos vinte e um dias de armazenamento, o maior teor de amido (2,1%) foi verificado em tubérculos tratados com 50 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio. O menor teor de amido (1,6%) foi verificado em tubérculos tratados com 200 mg L⁻¹ aos 21 dias de armazenamento (Figuras 4B, 4E).

Tabela 3. Equações ajustadas para açúcares solúveis totais (%), amido (%) e perda de massa (%) em tubérculos de batatas tratadas com as concentrações de 0, 50, 100 e 200 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio e armazenados por 0, 7, 14 e 21 dias (Equations adjusted for total soluble sugars (%), starch (%) and mass loss (%) in potato tubers treated with the concentrations of 0, 50, 100, and 200 mg L⁻¹ of hydrogen peroxide, and stored for 0, 7, 14, and 21 days)

CARACTERÍSTICA	ARMAZENAMENTO (DIAS)	EQUAÇÃO AJUSTADA	CONCENTRAÇÃO (mg L ⁻¹)	EQUAÇÃO AJUSTADA
AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS (%)	0	$\bar{y}=5,77+0,0137x+0,000078x^2$ R ² =0,5513	0	$\bar{y}=5,62-0,354x+0,0088x^2$ R ² =0,9948
	7	$\bar{y}=y$	50	$\bar{y}=6,69-0,430x+0,0099x^2$ R ² =0,9810
	14	$\bar{y}=2,27+0,0161x-0,000076x^2$ R ² =0,9963	100	$\bar{y}=y$
	21	$\bar{y}=2,11-0,0044x+0,000021x^2$ R ² =0,9815	200	$\bar{y}=5,48-0,3189x-0,0075x^2$ R ² =0,9996
AMIDO (%)	0	$\bar{y}=1,46+0,0136x-0,00004x^2$ R ² =0,7712	0	$\bar{y}=y$
	7	$\bar{y}=y$	50	$\bar{y}=1,58-0,0586x+0,0042x^2$ R ² =0,793

(continua...)

Tabela 3

CARACTERÍSTICA	ARMAZENAMENTO (DIAS)	EQUAÇÃO AJUSTADA	CONCENTRAÇÃO (mg L ⁻¹)	EQUAÇÃO AJUSTADA (Conclusão)
PERDA DE MASSA (%)	14	$\bar{y} = y$	100	$\bar{y} = 2,77 - 0,038x$ $R^2 = 0,9861$
	21	$\bar{y} = 2,14 - 0,0004x - 0,0000112x^2$ $R^2 = 0,9769$	200	$\bar{y} = y$
	0	$\bar{y} = y$	0	$\bar{y} = -0,04 + 0,270x - 0,0087x^2$ $R^2 = 0,9891$
	7	$\bar{y} = 1,32 - 0,002x + 0,000009x^2$ $R^2 = 0,8712$	50	$\bar{y} = -0,04 + 0,269x - 0,0091x^2$ $R^2 = 0,9843$
	14	$\bar{y} = 2,17 - 0,004x + 0,000016x^2$ $R^2 = 0,8990$	100	$\bar{y} = -0,04 + 0,248x - 0,0084x^2$ $R^2 = 0,9850$
	21	$\bar{y} = 1,77 - 0,006x + 0,000024x^2$ $R^2 = 1,000$	200	$\bar{y} = -0,04 + 0,216x - 0,0088x^2$ $R^2 = 0,9869$

Estudo desenvolvido por Virmond et al. (2014) encontrou valores superiores aos achados neste estudo, de 10,0% de amido em batata Ágata. O amido é um dos principais componentes nutricionais da batata, interferindo na qualidade tecnológica dos tubérculos, neste caso a textura que confere crocância deve estar acima de 20% para melhor aceitação do consumidor.

A perda de massa aumentou ao longo do armazenamento e a menor perda (1,2%) ocorreu na concentração de 110 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio, aos sete dias de armazenamento; já a maior perda (2,1%) ocorreu na concentração 76 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio aos quatorze dias de armazenamento (Figuras 4C, 4F). Resultados semelhantes foram encontrados por Furlaneto et al. (2014), que verificaram que a qualidade de batata cv. Ágata foi influenciada por diferentes concentrações de adubação potássica, tendo encontrado perda máxima de massa de 2,5% aos quatorze dias de armazenamento. A perda de massa ocorre em virtude da degradação de compostos da parede celular pelo processo respiratório, reduzindo a firmeza da polpa nos tubérculos. Este resultado é indicativo de que o peróxido de hidrogênio pode ter reduzido a perda da água, uma vez que essa substância atua na sinalização de processos fisiológicos como a transpiração (Slesak et al., 2007).

De maneira geral, o peróxido de hidrogênio foi eficiente para o controle de brotações. Sugere-se ao produtor concentração de 92 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio para um melhor resultado na prevenção da incidência de brotações em tubérculos de batata. Com baixo custo e alto rendimento, o peróxido de hidrogênio ocasiona benefícios, prevenindo perdas em até 60%, e prolongando a vida útil das batata no armazenamento.

3.4 Conclusão

A concentração de 92 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio inibiu a brotação dos tubérculos de batatas até o sétimo dia de armazenamento. Essa foi a concentração mais indicada para controle da brotação, pois acima desses valores, houve aumento no número de brotos e perda da qualidade. O peróxido de hidrogênio nas concentrações utilizadas promoveu mudanças significativas nas características físico-químicas e visuais dos tubérculos de batata cultivar Ágata. As concentrações entre 50 e 100 mg L⁻¹ de peróxido de hidrogênio preservaram as características físico-químicas dos tubérculos ao longo do armazenamento e à medida que foram aumentadas as concentrações, a partir de 100 mg L⁻¹, elas causaram efeitos negativos na qualidade físico-química, o que ocasionou aumento da atividade metabólica nos tubérculos de batata cv. Ágata, levando à perda de massa e, conseqüentemente, à perda de firmeza da polpa.

3.5 Referências

- ABBA (Associação Brasileira da Batata). A batata: História da batata, 2017. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/site/>>. Acesso em setembro 18, 2017.
- AGRIANUAL. 2017. Batata Brasil: Área, produção e produtividade, 2017. In: Associação Brasileira da Batata. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/site/area-de-producao-e-produtividade/>>. Acesso em setembro 17, 2017.
- AOAC (Association Official Analytical Chemistis). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 18.ed. Gaithersburg: AOAC, 2010.
- BRAUN, H; FONTES, PCR; FINGER, FL; BUSATO, C; CECON, PR Carboidratos e matéria seca de tubérculos de cultivares de batata influenciados por doses de nitrogênio. *Ciênc. agrotec.* Lavras, v.34, n.2, p.285-293, mar./abr., 2010.
- CALBO, AG; NERY, AA. Medida de firmeza em hortaliças pela técnica de aplanção. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.3, n.1, p.14-18, 1995.
- CHITARRA, MIF.; CHITARRA, AB. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. 2.ed. [S.l.]: UFLA, 2005. 785p. 28.
- DIAS, TG; et al.; VILAS-BOAS, AC; JUNQUEIRA, MBA; LIMA, LCdeO. Physicochemical characterization, antioxidant activity and total phenolic content in 'Gala' apples subjected to different UV-C radiation doses. *Acta Scientiarum. Agronomy*, [S.l.], v.39, n.1, p.67-73, 1 jan. 2017.
- DUBOIS, M; GILLES, KA.; HAMILTON, JK.; REBERS, PA.; SMITH, F. Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. *Analytical Chemistry*, [s.l.], v.28, n.3, p.350-356, mar. 1956.

- EVANGELISTA, RM; NARDIN, I.; FERNANDES, AM; SORATTO, RP. Qualidade nutricional e esverdeamento pós-colheita de tubérculos de cultivares de batata. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, [S.l.], v.46, n.8, p.953-960, ago. 2011.
- FELTRAN, JC; LEMOS, LB; VIEITES, RL. Technological quality and utilization of potato. *Sci. Agric.*, Piracicaba, v.61, n.6, p.5 98-603, 2004.
- FERNANDES, AM; SORATTO, RP; EVANGELISTA, RM; NARDIN, I. 2010. Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno. *Horticultura Brasileira* 28:299-304.
- FERREIRA, DF. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Científica Symposium*, Lavras, v.6, n.2 p.36-41, jul./dez. 2008. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/meusarquivospdf/art63.pdf>>. Acesso em novembro 25, 2018.
- FILGUEIRA, FAR. *Esverdeamento em cultivares européias e brasileiras de batatas expostas à luz natural indireta*. Goiânia: EMGOPA, 1979. 6p. (Comunicado Técnico, 23).
- FRAZIER, MJ; OLSEN, N; KLEINKOPF, G. *Organic and Alternative Methods for Potato Sprout Control in Storage*. Idaho: University Of Idaho, 2004.
- FURLANETO, KA; LIMA, PFFdeS; DAIUTO, ER; JOB, ALG; MENDONÇA, VZde; VIEITES, RL; CARVALHO, LRde. Qualidade de batata cv. Ágata influenciada por diferentes concentrações de adubação potássica. *Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha*, [s.l.], v.15, n.2, p.187-192, 2014.
- GAO, Y; LI, Q; XIUQIN RAO, X; YING, Y. Precautionary analysis of sprouting potato eyes using hyperspectral imaging technology. March, 2018 *Int J Agric & Biol Eng*. Disponível em: <<https://www.ijabe.org> Vol. 11 No.2 p.153-157>. Acesso em setembro 17, 2018.
- LOPES, ÉCP; JADOSKI, SO; LIMA, AdosS; SAITO, LR; RAMOS, MSde. Esverdeamento pós-colheita de tubérculos de batata submetidos a diferentes manejos de fungicidas. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia* v.5, n.1 jan/abr. (2012). Print-ISSN 1983-6325 (On line) e-ISSN 1984-7548.
- MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), PORTARIA Nº 69, DE 21 DE FEVEREIRO DE 1995, 1995. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=2039923201>>. Acesso em novembro 25, 2018.
- MCCREADY, RM; GUGGOLZ, J; SILVIERA, V; OWENS, HS. Determination of starch and amylose in vegetables. *Analytical Chemistry*. v.22, (9) p.1156, 1158. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ac60045a016?journalCode=ancham>>. Acesso em setembro 18, 2017.
- MORKUNAS, I.; BEDNARSKI, W.; KOZIOWSKA, M. Response of embryo axes of germinating seeds of yellow lupine to *Fusarium oxysporum*. *Plant Physiology And Biochemistry*, v.42 n.16, p.891-902, 2004. 29.
- RODRIGUES, RE; SANTOS, MAdos; MEGGUER, CA; RIBEIRO, ACdeL; SANTOS, YAdo; OLIVEIRA, TS. Visual quality and physical-chemical characteristics in potato

tubers treated with hydrogen peroxide. *Colloquium Agrariae*, [s.l.], v.14, n.2, p.149-154, 23 jun. 2018.

ŚLESIAK, I; LIBIK, M; KARPINSKA, B; KARPINSKI, S; MISZALSKI, Z. The role of hydrogen peroxide in regulation of plant metabolism and cellular signalling in response to environmental stresses. *Acta Biochimica Polonica*, [S.l.], v.54, n.1, p.39-50, 2007.

SUTTLE, JC; HUCKLE, LL; LU, S; KNAUBER, DC. Potato tuber cytokinin oxidase/dehydrogenase genes: Biochemical properties, activity, and expression during tuber dormancy progression. *Journal of Plant Physiology*, [S.l.], v.171, n.6, p.448-457, mar. 2014.

VIRMOND, EP; KAWAKAMI, J; VONCIK, KS; CÓRDOVA, KRV; SLOMPO, PJH. Características físico-químicas de cultivares de batata sob cultivo orgânico. *Ambiência*, [S.l.], v.10, n.1, p.32-42, 2014.