

LUCIANA GOMES SOARES

**RESPOSTAS DO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO E MENTOL SOBRE A  
FISIOLOGIA DOS BROTOS DE BATATA**

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2018

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

S676r  
2018  
Soares, Luciana Gomes, 1990-  
Respostas do peróxido de hidrogênio e mentol sobre a  
fisiologia dos brotos de batata / Luciana Gomes Soares. –  
Viçosa, MG, 2018.  
ix, 26 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Fernando Luiz Finger.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Referências bibliográficas: f. 21-26.

1. Batata - Armazenamento. 2. Batata - Fisiologia  
pós-colheita. 3. Brotos (Plantas). 4. Dormência em plantas.  
5. Mentol. 6. Açúcar. 7. Oxigênio - Efeito fisiológico.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Biologia  
Vegetal. Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal.  
II. Título.

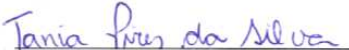
CDD 22. ed. 633.491


LUCIANA GOMES SOARES


**RESPOSTAS DO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO E MENTOL SOBRE A  
FISIOLOGIA DOS BROTOS DE BATATA**

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

APROVADA: 24 de fevereiro de 2018.

  
Tania Pires da Silva

  
Paula Acácia Silva Ramos

  
Fernando Luiz Finger  
(Orientador)

***Dedico...***

*A Deus por tudo que vem me concedendo!*

*Aos meus pais, **Francisco de Assis** (in memoriam), que hoje não se encontra mais fisicamente entre nós, mas que está me olhando lá do céu com orgulho pelo meu feito, e **Maria de Lourdes**, que me ensinou, encaminhou, incentivou e acreditou que esse dia chegaria!!!*

*A minha avó, **Sebastiana (Dona Basta)** (in memoriam) por sempre orar por mim e me incentivara sempre seguir em frente;*

*Aos meus irmãos, **Daniela, Gerlane, Edvaldo, Germano e Luciano**, pelo carinho e apoio sempre...*

*A minha linda e querida sobrinha, **Ana Heloísa**, que trouxe a alegria e a felicidade para a minha vida e minha casa!!!!*

*Enfim... dedico esse trabalho a toda a minha **família, amigos e familiares** que pela forma mais simples que seja, contribuiu para que hoje eu esteja realizando este marco tão importante na minha vida.*

## **Agradecimentos...**

*A Deus por me proporcionar esse momento único, e por ter me dado forças para encarar essa jornada de estudos e dedicação, que não é fácil!*

*A meu pai, **Francisco de Assis** (in memoriam) ..... “levarei você para sempre em meus pensamentos e em meu coração. Saudades meu pai”*

*A minha família e ao amor da minha vida...minha mãe, **Maria de Lourdes**, que soube me criar, educar e incentivar em todos os momentos da minha vida! E aos meus irmãos, **Daniela, Gerlane, Edvaldo, Germano e Luciano**, pelo carinho, apoio e os empréstimos disponibilizados até hoje...*

*Agradeço a **Universidade Federal de Viçosa** por ter aberto suas portas, e a todo o seu corpo de Docentes pelos ensinamentos passados. Em especial ao professor **Fernando Luiz Finger**, que me acolheu, me apoiou e me orientou nesta etapa de grande relevância para o meu profissionalismo. Agradeço pela paciência e pelos puxões de orelha! Muito Obrigada professor Finger!*

*Aos Membros da minha banca de Mestrado, **Paula Acácia e Tania Pires**, que através de seus conhecimentos na área da Fisiologia Pós-Colheita, contribuíram com a finalização deste trabalho.*

*A todos do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita de Produtos Hortícolas: **Paulinha** (nossa mente brilhante, sempre disposta em ajudar), **Fernanda, Mirelly, Fernanda Cristina, Rusthon, Mário, Edinângelo (Ed), Renata, Rafaela, Nicolas e João Neto** pelo companheirismo e amizade. Em especial, agradeço a minha ‘Migs’ **Dreice, Eduarda (Duda), Ana Izabela, Abelardo, Mayana, Kharen, Ariana, Jean e Lucilene** por mantermos fortes laços de amizade desde o início do meu mestrado!*

*Agradeço a todos os amigos e amigas de Viçosa, que de alguma forma contribuíram com um ‘vai dar tudo certo’ nos momentos mais difíceis. Ao **Adênio, Guilherme, Gustavo, Bruna e Marcela** pelo companheirismo e alegrias compartilhadas. E as minhas amigas da República: **Maiara, Pollyana, Marina, Brícia, Luana e Martyelle** pela convivência e amizade sincera.*

*Aos amigos do Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita do CCA/UFPB, em especial ao Renato Pereira (Mestre) e Alex Sandro, pelo apoio e carinho de sempre.  
Obrigada meus “preguinhos”!!!*

*.... A todos, os meus sinceros Agradecimentos!!*

## SUMÁRIO

<b>LISTAS DE TABELAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>4</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>5</b>
<b>AVALIAÇÕES .....</b>	<b>5</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>21</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Esquema do modo de aplicação dos tratamentos: Peróxido de hidrogênio, Mentol, Peróxido de hidrogênio + Mentol, e o controle (água). .....5
- Figura 2. Escala de notas com base na coloração das batatas após a fritura (USDA, 1997).....8
- Figura 3. Variação de Perda de massa fresca (%) em tubérculos de batata da cultivar Markies submetidas a aplicação de Mentol (Ment); Controle (Contr) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Mentol (H+M), em função dos 40 dias de armazenamento a 8 °C.....11
- Figura 4. Variação do comprimento dos brotos em tubérculos de batata da cultivar Markies, submetidas a aplicação de Mentol (Ment); Controle (Contr) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Mentol (H+M), em função dos 40 dias de armazenamento a 8 °C.....12
- Figura 5. Variação do número de brotos em tubérculos de batata da cultivar Markies, submetidas a aplicação de Mentol (Ment); Controle (Contr) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Mentol (H+M), em função dos 40 dias de armazenamento a 8 °C. A) Número de brotos em função do período de armazenamento. B) Médias em função de cada tratamento. As barras seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % .....13
- Figura 6. Aparência dos tubérculos de batata da cultivar Markies submetidas a aplicação de Mentol (Ment); Controle (Contr) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Mentol (H+M), em função dos 40 dias de armazenamento a 8 °C. ....14
- Figura 7. Variação dos teores de açúcar solúveis totais em tubérculos de batata da cultivar Markies, submetidas a aplicação de Mentol (Ment); Controle (Contr) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Mentol (H+M), em função dos 40 dias de armazenamento a 8 °C. ....15

Figura 8. A) Variação dos teores de açúcares redutores (%). B) Açúcares não-redutores (%), em tubérculos de batata da cultivar Markies, submetidas a aplicação de Mentol (Ment); Controle (Contr) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Mentol (H+M), em função dos 40 dias de armazenamento a 8 °C.....16

Figura 9. A) Variação da atividade da enzima polifenoloxidase (PPO). B) Variação da atividade da enzima peroxidase (POD), em tubérculos de batata da cultivar Markies, submetidas a aplicação de Mentol (Ment); Controle (Contr) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Mentol (H+M), em função dos 40 dias de armazenamento a 8 °C. ....17

Figura 10. Variação dos compostos fenólicos em tubérculos de batata da cultivar Markies submetidas a aplicação de Mentol (Ment); Controle (Contr) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Mentol (H+M), em função dos 40 dias de armazenamento a 8 °C.....18

Figura 11. Aparência dos palitos de batatas ‘Markies’ após 10 dias da aplicação dos tratamentos com Mentol (Ment); Controle (Contr) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Mentol (H+M), avaliados em função do escurecimento após fritura a 180 °C. ....19

Figura 12. Aparência dos palitos de batatas ‘Markies’ após 40 dias da aplicação dos tratamentos com Mentol (Ment); Controle (Contr) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Mentol (H+M), avaliados em função do escurecimento após fritura a 180 °C. ....19

## RESUMO

SOARES, Luciana Gomes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2018. **Respostas do peróxido de hidrogênio e mentol sobre a fisiologia dos brotos de batata.** Orientador: Fernando Luiz Finger.

O armazenamento adequado da batata (*Solanum tuberosum* L.) visa manter a qualidade do produto, minimizando a presença de doenças e reduzindo a perda de massa dos tubérculos, garantindo matéria-prima aceitável pela indústria de processamento. A brotação é um dos principais fatores que contribuem para a perda de qualidade levando à remobilização de carboidratos. Neste contexto, uma estratégia para amenizar esse problema de brotação durante o armazenamento é a redução da temperatura, afim de aumentar em longo prazo o tempo de vida útil e a quebra de dormência. Com isso, a aplicação de compostos naturais como supressores de crescimento de brotos, pode ser uma alternativa viável durante o armazenamento. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as repostas ao peróxido de hidrogênio e mentol sobre a fisiologia de tubérculos de batata não-dormente. Após a quebra natural da dormência e início da brotação, os tubérculos foram tratados com peróxido de hidrogênio 1:10 (27 % de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), mentol (50 %); controle (Água) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (1:10) + mentol, e armazenados a 8 °C por 40 dias. Os tratamentos com mentol (Ment) inibiram o crescimento dos brotos, devido a menor perda de massa, comprimento e número de brotações, ao contrário dos efeitos observados pelo peróxido de hidrogênio que induziu o crescimento dos brotos quando comparado ao controle. Em relação ao metabolismo do carbono, os açúcares solúveis totais, açúcares redutores e não-redutores apresentaram variação linear em função do período de armazenamento, não diferindo entre os tratamentos. A atividade das enzimas POD e PPO apresentou aumentos ao longo do período de armazenamento, diferentemente dos compostos fenólicos que obtiveram um declínio durante os 40 dias de avaliação, no entanto, os tratamentos não foram significativos durante este período. Portanto, o óleo essencial de mentol é uma alternativa eficiente na supressão da brotação e na manutenção da qualidade dos tubérculos, ao contrário do peróxido de hidrogênio que, quando aplicado isoladamente, induz a brotação.

## ABSTRACT

SOARES, Luciana Gomes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2018.  
**Responses of hydrogen peroxide and menthol on the physiology of potato sprout.**  
Adviser: Fernando Luiz Finger.

Adequate storage of potato (*Solanum tuberosum* L.) aims to maintain the quality of the product, minimizing the presence of diseases and reduces the loss of tuber mass, guaranteeing raw material acceptable to the processing industry. Sprouting is one of the main factors contributing to the loss of quality leading to the remobilization of carbohydrates. As a strategy to alleviate sprouting during storage is to reduce the temperature in order to increase the long-term shelf-life of the potato and postponing the break of dormancy. Thus, the application of natural compounds as sprout growth suppressants may be a viable alternative during storage. Thus, the objective of this work was to evaluate the responses to hydrogen peroxide and menthol on the physiology of non-dormant potato tubers. After the natural breakage of dormancy and beginning of bud growth, the tubers were treated with hydrogen peroxide 1:10 (27% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), menthol (50%); control (water) and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (1:10) + menthol, and stored at 8 °C for 40 days storage. Menthol treatments (Ment) inhibited the growth of the sprouts, due to lower loss of mass, length and number of shoots, unlike the effects observed by the hydrogen peroxide that induced the growth of the sprout when compared with the control. In relation to the carbon metabolism, the total soluble sugars, reducing and non-reducing sugars presented linear variation as a function of the storage period, not differing among the treatments. The activity of the POD and PPO enzymes showed increases over the storage period, unlike the phenolic compounds that obtained a decline during the 40 days of evaluation, however, the treatments were not significant during this period. Therefore, menthol essential oil is an efficient alternative in suppressing sprouting and maintaining tuber quality, unlike the hydrogen peroxide that when applied alone induced sprouting.

## INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma cultura alimentar muito apreciada em todo o mundo. De acordo com a FAOSTAT (2016), em 2014 a área plantada de batata no mundo foi de 19.098.328 hectares, com uma produção agrícola de 381.682.328 toneladas, sendo a China o maior produtor. No Brasil, a área cultivada corresponde a 132.058 hectares de área plantada com produção de 3.689.836 toneladas. Seu uso industrial inclui produtos como batatas fritas congeladas, flocos de batata desidratada, lanches, farinha de batata e amido (GÓMEZ-CASTILHO et al., 2013). Com isso, as variedades de batata utilizadas pela indústria são caracterizadas por alta produtividade, resistência a pragas e doenças, alto teor de matéria seca e amido, baixo teor de açúcares solúveis. Dentre as cultivares de batata produzidas no país, a Markies se destaca no comércio de batata pré-frita por apresentar baixo teor de açúcar, níveis elevados de amido, e altos teores de matéria seca (FERNANDES et al., 2010; THOMPSON & MORGAN, 2015).

Os tubérculos destinados ao processamento, geram uma demanda constante durante todo o ano, tornando necessário o armazenamento a longo prazo de tubérculos após a colheita, ou seja, a manutenção da qualidade pós-colheita de batata é de vital importância para produtos e processadores. Os principais fatores que influenciam na qualidade do produto final na batata sob armazenamento inclui as altas taxas respiratórias, a brotação, o adoçamento e o aparecimento de patógenos. A brotação, definida como a quebra de dormência das gemas, ocasiona aumento na taxa respiratória, perdas de água por transpiração, e principalmente afeta nos conteúdos de amido com acumulação concomitantemente de açúcares redutores (glicose e frutose) (KAUR & SINGH, 2016). Além disso, o comprimento e o número de brotos impedem o movimento do ar através das pilhas de batatas no interior das câmaras de refrigeração, proporcionando o aparecimento de patógenos, o que para a indústria de batata processada ocasiona grandes perdas durante o armazenamento. No entanto, condições adequadas a partir do controle da temperatura e umidade, minimizam o desenvolvimento desses fatores.

Os teores de glicose e frutose em batatas, é de importância para a indústria de batatas-fritas, pois durante a fritura esses açúcares reagem com aminoácidos livres para produzir pigmentos e compostos de sabor em uma reação não-enzimática conhecida como Maillard (SCHALLENBERGER et al., 1959).

Em geral, a temperatura ótima de armazenagem da batata de processamento é de aproximadamente 8 °C (VOSS et al., 2004), pois prolonga a dormência e mantém baixo os carboidratos indesejáveis (açúcares redutores).

Além da manutenção da qualidade das batatas sob condições ótimas de armazenagem e temperatura, a aplicação de produtos que inibam o crescimento do broto, vêm sendo utilizados. O principal composto supressor do crescimento dos brotos em batata é o cloroprofano (CIPC) (BLENKINSOP et al., 2002). O CIPC é um supressor de brotos muito efetivo utilizado no armazenamento de batatas em países da Europa e nos Estados Unidos. Contudo, esse composto não é registrado como supressor de brotação em batatas no Brasil (MAPA) por possuir teores de compostos tóxicos ao homem e ao ambiente. Embora os tratamentos químicos como o CIPC sejam amplamente utilizados no controle da brotação, pesquisadores buscam estudar supressores alternativos que possam substituir o uso do CIPC e ter seu efeito semelhante na supressão do crescimento dos brotos como a utilização de irradiação UV (COOLS et al., 2014) e aplicação de etileno (FOUKARAKI et al., 2016).

Outra alternativa que vem despertando interesse dos pesquisadores é a utilização de óleos essenciais extraídos de espécies vegetais. Sabe-se que os óleos essenciais são misturas complexas que podem conter, em alguns casos, 100 ou mais substâncias voláteis. São amplamente estudados por serem produtos naturais e não residuais, apresentando assim, baixa toxicidade; por serem de fácil degradação, baixo impacto ambiental, e por possuírem atividade antimicrobiana (ROMERO et al., 2012). A partir dessas informações, estudos vêm sendo realizados reportando que os óleos essenciais (como o óleo de cravo, de hortelã-pimenta, de coentro, de mentol, dentre outros) atuam como inibidores eficazes no crescimento dos brotos em tubérculos de batata (COLEMAM et al., 2001; GÓMEZ-CASTILHO et al., 2013; ELBASHIR et al., 2014; SANTOS et al., 2017).

O mentol por sua vez, é um álcool monoterpene cíclico cristalino, extraído de espécies do gênero *Mentha* (menta). Transmitem sabor e cheiro do resfriamento às plantas e são conhecidas por exibir atividade biológica *in vitro* e *in vivo*, tais como propriedades antibacterianas e antifúngicas (KAMATOU et al., 2013). Segundo Kamatou et al. (2013), o mentol não é um composto predominante dos óleos essenciais, pois só pode ser encontrado como constituinte de um número limitado de plantas aromáticas. Alguns trabalhos reportam a aplicação de mentol em tubérculos de batata no controle da brotação (ELBASHIR et al., 2014; SANTOS, 2017).

Entretanto, estudos relacionam a participação de espécies reativas de oxigênio (EROs) na regulação do crescimento de brotos em batatas. As EROs são continuamente formadas em diferentes compartimentos celulares, representadas por formas reduzidas ou oxidadas de oxigênio atmosférico incluindo o íon superóxido ( $O_2^-$ ), peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), radicais hidroxila ( $OH^-$ ), oxigênio singlete e o ozônio ( $O_3$ ) (SCANDALIOS, 2005)

O peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) é um agente oxidante forte e comumente usado na medicina, na agricultura e na indústria de alimentos (SWIECA, 2015; BUCHANAN et al., 2016). É uma EROs de grande mobilidade no interior da célula, por não possuir cargas na sua estrutura molecular, se apresentando em diversos compartimentos celulares (BHATTACHARJEE, 2005). Em plantas, o peróxido de hidrogênio atua como molécula sinalizadora, desencadeando uma cascata de sinalização, podendo assim ser utilizado para a indução da tolerância a estresses abióticos e bióticos (SCANDALIOS et al., 2005; QUAN et al., 2008).

Em batata, no entanto, a concentração de peróxido de hidrogênio excessiva nas mitocôndrias pode manter a dormência e inibir a brotação (MANI et al., 2014). Segundo Frazier et al. (2004), semelhante aos óleos essenciais, o peróxido de hidrogênio fisicamente danifica ou queima o broto apical impedindo seu crescimento e desenvolvimento. Porém, Estudos mais recentes indicam que espécies reativas de oxigênio (EROs), como o peróxido de hidrogênio, podem estar relacionado com a quebra da dormência, induzindo o crescimento dos brotos (LIU et al., 2017).

Com isso, diante do exposto e dos problemas causados pela brotação nas câmaras de armazenamento de batatas e tendo em vista que a aplicação do óleo essencial de mentol associado ao peróxido de hidrogênio exógeno na supressão do crescimento dos brotos em tubérculo de batata ainda se mostram incipientes na literatura acadêmica, há a necessidade de abranger estudos que busquem compostos eficientes e de baixo custo de aplicação, além de contribuir no campo científico.

## **OBJETIVO**

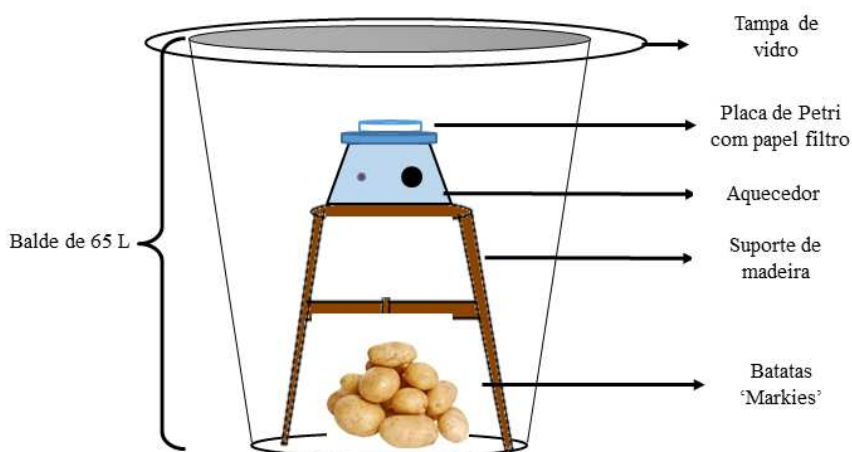
Avaliar as respostas associadas a aplicação do peróxido de hidrogênio e mentol na fisiologia do crescimento dos brotos em tubérculos de batatas 'Markies' sob armazenamento.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os tubérculos de batata da cultivar Markies foram produzidos no mês de Julho de 2017 em área produtora de batata na região de Araxá, mais precisamente no município de Perdizes, MG (19° 35' 34'' S 46° 56' 27'' O), onde o manejo cultural foi realizado até a colheita durante o ciclo de 120 dias. Após esse período, procedeu-se a cura dos tubérculos, armazenando-os em câmara climatizada por 10 dias a 14 °C e umidade relativa (UR ± 95%). Decorrido esse período, a temperatura foi reduzida a 1 °C por dia até chegar a 8 °C.

Em seguida, os tubérculos foram selecionados quanto a massa (entre 150 – 200 g) e armazenados em câmaras frias a 8 °C e umidade relativa (UR%) de 85-90 %. Os tubérculos foram transportadas em caixas plásticas ao Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita de Produtos Hortícolas da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG, e armazenadas em câmara fria a 8 °C.

Após a quebra natural da dormência, e com brotos crescidos com cerca de 2 mm de comprimento, os tubérculos foram submetidos aos seguintes tratamentos: T1- Peróxido de Hidrogênio 1:10 (27 % de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>); T2 - Mentol (50 %); T3 - Controle (Água) e; T4- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (1:10) + Mentol, e colocados em baldes de 65 L (Figura 1). No interior dos baldes, sobre os tubérculos foi colocado um aquecedor (MA 085 - MARCONI) juntamente com uma placa de Petri contendo papel filtro, onde os tratamentos foram vertidos. Foram medidos: para o tratamento com mentol 0,2 mL (100 ppm) para cada 1 kg de batata e, para o tratamento com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, foram medidos 2,3 mL por tubérculo.



**Figura 1.** Esquema do modo de aplicação dos tratamentos: Peróxido de hidrogênio, Mentol, Peróxido de hidrogênio + Mentol, e o controle (água).

Após a aplicação, os baldes foram hermeticamente fechados com tampa de vidro, até a completa liberação (evaporação) dos compostos aplicados (tratamentos). Em seguida, os tubérculos foram retirados dos baldes e armazenados em câmara fria, sob temperatura de 8 °C e umidade relativa de 90 %, em ausência de luz.

Para cada tratamento foram utilizados 45 tubérculos, sendo 15 tubérculos por repetição. Os tratamentos foram avaliados em 5 períodos de avaliação: 0, 10, 20, 30 e 40 dias após a aplicação, sendo o dia 0 (zero) avaliado no dia da aplicação. Para cada intervalo de tempo avaliado, foram retiradas 2 unidades experimentais de cada repetição por tratamento. As avaliações foram realizadas quanto a perda de massa fresca, comprimento, número e incidência dos brotos, teores de açúcares solúveis totais, teores de açúcares redutores e não redutores, atividade das enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD), compostos fenólicos e coloração dos palitos de batata após a fritura.

A perda de massa fresca foi determinada através da pesagem dos tubérculos em cada período de avaliação, utilizando a balança semi-analítica UX4200-SHIMADZU, levando em consideração a massa inicial, o percentual foi obtido por diferença durante o armazenamento. Os resultados foram expressos em porcentagem de perda de massa fresca (%). Para o comprimento dos brotos foi utilizado o paquímetro Stainless Hardened para a medição do comprimento dos brotos (em mm), e para o número de brotos foi determinado pela contagem manual dos brotos.

Na obtenção do extrato para a determinação dos teores de açúcares solúveis totais, redutores e não redutores, foram pesados 5 g de massa fresca dos tubérculos em tubos de plástico e acrescentado etanol 80% fervente até o completo cobrimento das amostras no tubo. Em seguida, as amostras foram homogeneizadas em Politron, centrifugadas por 10 minutos a 2.000 rpm, e filtradas em provetas de 50 mL sob papel filtro (este procedimento foi repetido por mais duas vezes). O volume final do extrato foi completado igualmente em todas as provetas, com base na proveta de maior volume. Em seguida, os extratos foram acondicionados em tubos de plástico com tampas rosqueadas, sendo armazenados sob refrigeração a temperatura de (8 °C).

A quantificação dos açúcares solúveis totais (AST) foi realizada segundo o método Fenol-sulfúrico (DUBOIS et al., 1956). Inicialmente, foi preparada uma solução padrão de sacarose 1% para a realização da curva padrão. Sempre em duplicata, 250 µL

das amostras foram pipetadas em tubo de vidro, e adicionados 250  $\mu\text{L}$  de Fenol 5 %, seguidos de agitação em Vortex. Em seguida, foram acrescidos 1,25 mL de ácido sulfúrico concentrado e agitados novamente. Após submetidos ao banho-maria à temperatura de 30 °C/20 minutos, os tubos foram novamente agitados e postos em temperatura ambiente por 30 minutos. A leitura foi realizada em espectrofotômetro (Marca) a  $\lambda = 490 \text{ nm}$ . O resultado foi expresso em % AST.

A determinação dos teores de açúcares redutores (% AR) foi realizada segundo a metodologia de Somogy-Nelson (NELSON, 1944). Preparou-se uma solução padrão de glicose 1 % para a realização da curva padrão. Em seguida, sempre em duplicata, 200  $\mu\text{L}$  do extrato (amostra) foram transferidos tubos de vidro, e adicionados 200  $\mu\text{L}$  do reagente de Nelson. Em seguida, os tubos foram agitados em Vortex e incubados por 15 minutos em água fervente. Após resfriar em água, foram adicionados 200  $\mu\text{L}$  da solução arsenomolibdica (reagente), com posterior agitação dos tubos. Adicionou-se 600  $\mu\text{L}$  de água deionizada e novamente agitados. As leituras no espectrofotômetro foram realizadas a 540 nm. A quantificação de açúcares não redutores (ANR) foi determinada a partir da diferença do teor de açúcares redutores e do teor de açúcares solúveis totais, expressos em % ANR.

Para a atividade enzimática da peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO), as amostras foram coletadas e congeladas em nitrogênio até a realização das análises. O extrato de ambas as enzimas, foi obtido se utilizando 0,5 g do material vegetal e, em seguida, homogeneizado em Politron (Marca) com 15 mL de tampão fosfato 0,1 M e pH 6,5. Esse extrato foi filtrado em gaze e centrifugado a 17.000 rpm por 30 minutos, a 4 °C.

Para a determinação da atividade enzimática da POD, foi adicionado em uma cubeta 200  $\mu\text{L}$  do extrato enzimático e adicionada ao meio de reação contendo 0,5 mL de guaiacol (1,68 %), 1,5 mL de tampão fosfato 0,1 M (pH 7,0) e 0,5 mL de  $\text{H}_2\text{O}_2$  (1,8 %) e o volume completado para 3 mL com água destilada. O branco foi constituído por todos os componentes do meio de reação, exceto o extrato enzimático, sendo substituído por água. A atividade enzimática foi analisada em espectrofotômetro, observando-se a variação na absorvância em comprimento de onda de 470 nm, a 25 °C, e expressa em UA/min/mg de proteína (LAGRIMINI, et al. 1997). O mesmo extrato utilizado para a determinação da atividade enzimática foi utilizado para a quantificação da proteína pelo método de Bradford (1976), utilizando albumina sorobovina (ASB) como padrão.

A atividade da polifenoloxidase (PPO) foi determinada adicionando-se uma alíquota de 100 µL do extrato enzimático, 1,5 mL de tampão fosfato 0,1 M (pH 7,0), acrescido de 0,5 mL catecol, e completando-se o volume para 3,0 mL com água destilada. O branco foi composto de todos os componentes do meio de reação, exceto o extrato enzimático, sendo substituído por água. A leitura foi em espectrofotômetro por meio da variação na absorvância em comprimento de onda de 420 nm, a 25 °C e expressa em UA/min/mg de proteína (KAVRAYAN e AYDEMIR, 2001). O mesmo extrato utilizado para a determinação da atividade enzimática foi utilizado para a quantificação da proteína pelo método de Bradford (1976), utilizando albumina sorobovina como padrão.

Os conteúdos de compostos fenólicos totais foi determinado pelo método de Fu et al. (2010). Para a extração, 5 g de cada amostra foram pesadas, e sobre elas vertida a solução de metanol, ácido acético e água, 50:3,7:46,3 (v/v/v). Em seguida, as amostras foram trituradas em Politron até o tecido ficar homogêneo e, então, centrifugadas por 15 minutos a 16.000 rpm. Para a quantificação, foi retirado uma alíquota de 0,2 mL e misturada com 2,5 ml do reagente de Folin-Ciocalteu (1:10) e 0,8 mL de solução de carbonato de sódio (NaCO<sub>3</sub>) a 7,5 %, em tubo de ensaio. Os respectivos tratamentos foram homogeneizados em vórtex e permaneceram a temperatura de 25 °C por 30 minutos. Após este procedimento, foi medida a absorvância das amostras em espectrofotômetro a 760 nm, com utilização de ácido gálico como padrão. Para a avaliação da coloração dos palitos de batata após a fritura, um tubérculo de cada repetição foi utilizado para formar uma amostra de cada tratamento. A fritura foi realizada em óleo de soja refinado, durante 3 minutos, em fritadeira especializada (Marca) com temperatura monitorada e mantida a 180 °C. A quantidade de óleo suficiente para minimizar a queda da temperatura após as batatas serem imersas no óleo a 180 °C. A coloração das batatas fritas é determinada visualmente com base em escala de notas determinada pelo *U.S. Department of Agriculture (USDA, 1967)* (Figura 2).



**Figura 2.** Escala de notas com base na coloração das batatas após a fritura (USDA, 1967)

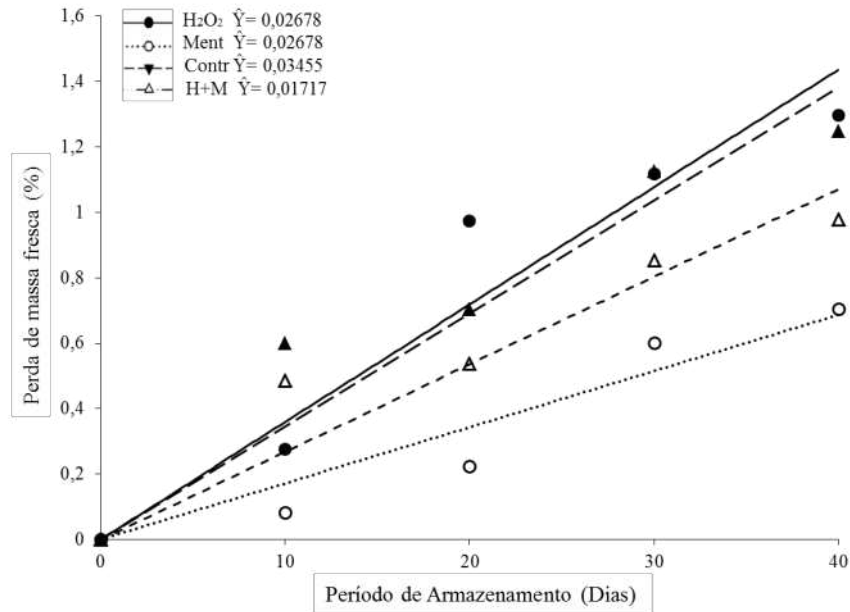
O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em parcela subdividida sendo 4 tratamentos com 3 repetições, e cada repetição composta por duas batatas. Os dados obtidos foram analisados por meio de análise de variância e regressão utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genética (SAEG-UFV), e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). A escolha do modelo de regressão, foi baseado na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t ( $p \leq 0,05$ ), no coeficiente de determinação ( $R^2 = SQReg/SQtrat$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de perda de massa fresca dos tubérculos de batata 'Markies', foi influenciada pelo uso dos diferentes compostos ao longo do período de armazenamento, sendo constatada uma interação significativa entre os tratamentos e os dias de a 8 °C (Figura 3). Os tubérculos tratados com mentol (Ment) apresentaram baixa taxa de perda de massa, com médias acumuladas de perda de 0,40 %, se comparado com o tratamento controle (0,91 %) após os 40 dias após a aplicação do tratamento. No entanto, os tubérculos tratados com o peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) isolado, apresentaram os maiores valores a partir do 20º dia de armazenamento, com média de 0,99 %.

O aumento da perda de massa está relacionada com o aumento da brotação, uma vez que no presente trabalho os tubérculos já se encontravam brotados. Nesse contexto, observa-se que um maior índice de brotação proporciona um maior consumo de reservas do tubérculo devido a intensidade da respiração, causando elevada perda de água por transpiração e maior perda de massa. Dessa forma, fica evidente que o peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) não é eficiente na conservação da massa fresca em batatas 'Markies', indicando que as batatas submetidas a este tratamento obtiveram maior índice de brotação.

Em contraposto, os tubérculos tratados com mentol (Ment) associado ao armazenamento refrigerado reduziu a perda de água por transpiração resultando em menor perda de massa fresca e, conseqüentemente, menor índice de brotação. Resultados semelhantes foram obtidos por Elbashir et al. (2014) que, trabalhando com batatas 'Diamant' e 'Sinora', observaram que a aplicação de óleo de hortelã em câmaras frigoríficas proporcionou uma redução significativa na perda de massa fresca se comparado com o controle. Com isso, pode-se observar-se que o óleo essencial a base de mentol (Ment) em associação com um armazenamento adequado (8° C) possibilita minimizar as perdas de quantidade e qualidade dos tubérculos, visto que perdas de massa fresca também afetam na qualidade de batatas destinadas ao processamento, em resposta ao aumento das taxas respiratórias.

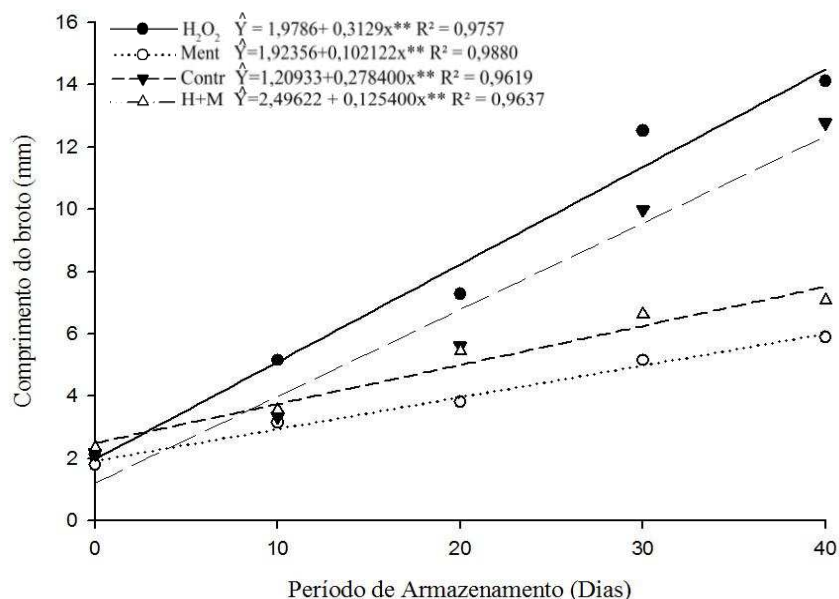


**Figura 3.** Variação de Perda de massa fresca (%) em tubérculos de batata da cultivar Markies submetidas a aplicação de Mentol (Ment); Controle (Contr) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Mentol (H+M), em função dos 40 dias de armazenamento a 8°C.

Para o comprimento dos brotos, verificou-se interação significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre o período de armazenamento e os tratamentos aplicados em batata ‘Markies’ (Figura 4). Os tubérculos tratados com Mentol (Ment) apresentaram brotos menores, com valor médio de 5,0 mm se comparado com o peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), que na concentração utilizada, obteve maior comprimento dos brotos ao longo do armazenamento. Esses resultados apresentaram comportamento semelhante com a perda de massa, onde os tubérculos que apresentaram maior comprimento dos brotos obtiveram maior perda de sua massa fresca.

Dessa forma, o tratamento com mentol (Ment) apresentou maior eficiência por ter retardado o crescimento dos brotos e apresentado menor perda de massa. Santos (2017), trabalhando com óleos essenciais à base de mentol e eugenol como supressores de brotação em batatas ‘Asterix’, concluiu que esses compostos reduziram as taxas de brotação e o comprimento dos brotos durante o armazenamento refrigerado, bem como apresentaram atividade antifúngica. Contudo, as aplicações de peróxido de hidrogênio nos tubérculos se mostraram ineficientes em retardar o crescimento dos brotos quando comparado com os demais tratamentos. Estudos relatam que a inibição da catalase (enzima antioxidante que converte o peróxido de hidrogênio em água e oxigênio),

acelera a liberação da dormência e crescimento da brotação em tubérculos de batata (BAJJI et al., 2007; LIU et al., 2017).

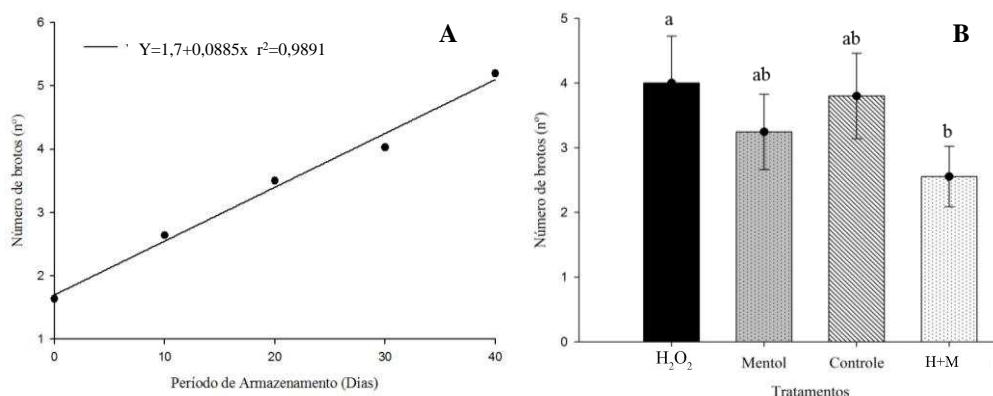


**Figura 4.** Variação do comprimento dos brotos em tubérculos de batata da cultivar Markies, submetidas a aplicação de Mentol (Ment); Controle (Contr) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Mentol (H+M), em função dos 40 dias de armazenamento a 8 °C.

O número de brotos aumentou linearmente durante o período de armazenamento, independente do tratamento aplicado, com médias variando de 1,00 a 5,00 (Figura 5A). Porém, a menor quantidade de brotos foi atribuída aos tubérculos sob aplicação de Mentol associado com peróxido de hidrogênio + Mentol (H+M), que obtiveram médias de 3,24 e 2,55, respectivamente (Figura 5B). Bamnolker et al. (2010), trabalhando com óleo essencial de hortelã em oito cultivares de batata durante um armazenamento de 6 meses, observaram que este composto retarda a brotação e mantém a qualidade dos tubérculos.

Entretanto, os tubérculos tratados com de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> apresentaram maior número de brotos, se comparado com o controle. O aumento nos teores de peróxido de hidrogênio encontrados nas regiões apicais e proximais na fase de brotação em batatas ‘Désirée’, foram reportados por Bajji et al. (2007), que trabalhando com tioureia (inibidor de catalase) e aplicação de peróxido de hidrogênio exógeno, observaram uma redução do período de dormência dos tubérculos, crescimento rápido de brotação e aumento do número de brotos. No entanto, pode-se observar no presente trabalho que o peróxido de hidrogênio, quando associado com o mentol (H+M), atuou positivamente na supressão

do crescimento dos brotos, visto que os tubérculos submetidos a esse tratamento obtiveram os menores números de brotos.



**Figura 5.** Variação do número de brotos em tubérculos de batata da cultivar Markies, submetidas a aplicação de Mentol (Ment); Controle (Contr) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Mentol (H+M), em função dos 40 dias de armazenamento a 8 °C. A) Número de brotos em função do período de armazenamento. B) Médias em função de cada tratamento.

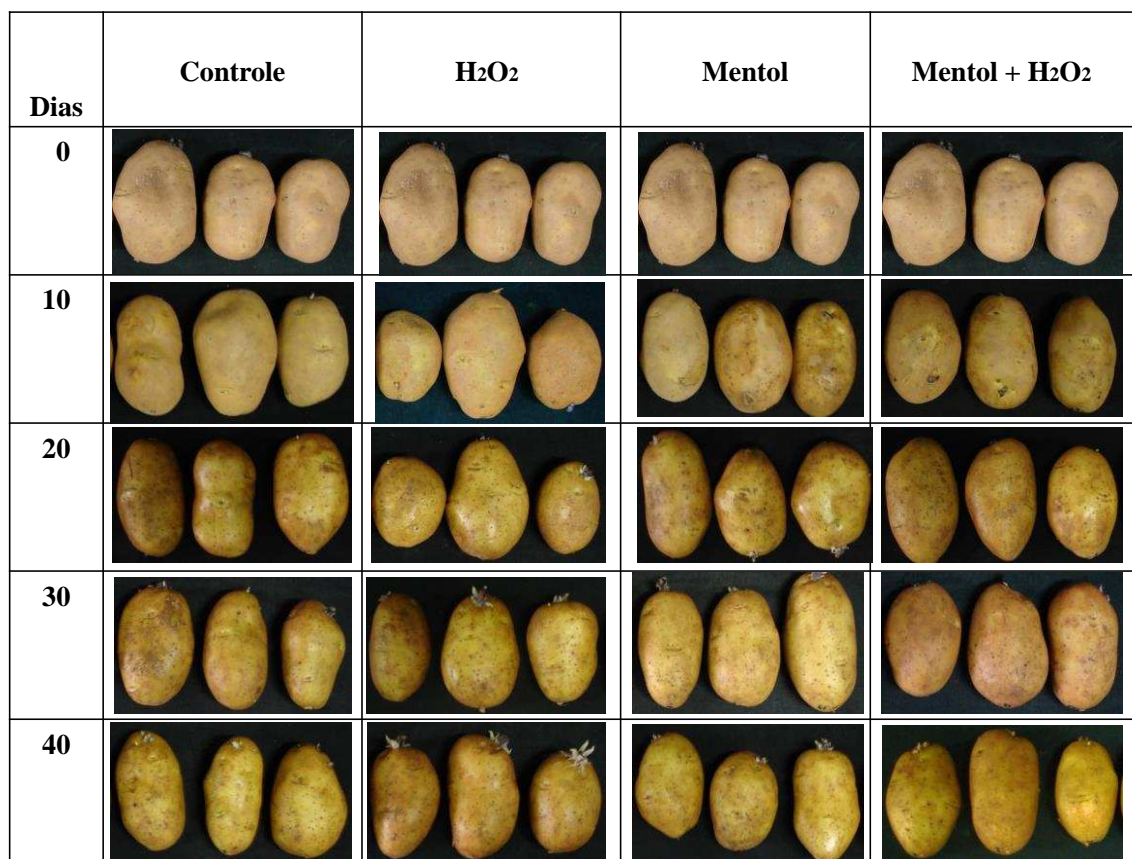
\*As barras seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

A atividade do meristema das regiões apicais e os brotos laterais dos tubérculos em desenvolvimento são reprimidos. Após um período de armazenamento, a latência é quebrada e o broto é liberado (LIU et al., 2017). Através de uma análise de aparência, observa-se que o surgimento dos brotos em batatas ‘Markies’ se apresentou mais caracterizada no final dos 40 dias de armazenamento, com destaque para os tubérculos submetidos tratados com Mentol em combinação com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (H+M), apresentando uma baixa incidência de brotos (Figura 6). Para Gomez e Castilho (2013), os tubérculos tratados com óleo essencial de hortelã-pimenta apresentaram os maiores níveis de inibição do broto entre os tratamentos com óleos essenciais, com taxas de inibição de mais de 65 a 95 % em relação ao seu controle. Santos (2017) destacou que a aplicação do óleo essencial a base de mentol inibiu a brotação ao mesmo tempo em que causou sintomas necróticos no broto, sem danos visíveis na periderme do tubérculo. Os tubérculos fisiologicamente jovens apresentam dominância apical e, portanto, o broto apical precisa ser removido para que os outros brotos desenvolvam brotos.

Delaplace et al. (2008) relataram que o peróxido de hidrogênio está envolvido na quebra de dormência de batatas, uma vez que afeta o equilíbrio celular, causando uma cascata de reações bioquímicas que incluem a migração do íon de cálcio para os

meristemas, aumentando a respiração celular e a produção de ATP, fato este observado no presente trabalho.

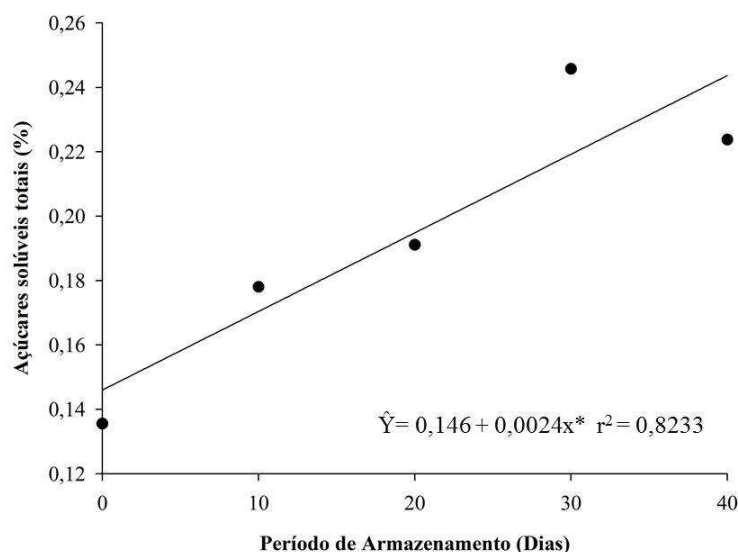
Com isso, a brotação múltipla desenvolve-se gradualmente no tempo à medida que o domínio apical diminui e se caracteriza pelo surgimento de vários brotos ao longo do tubérculo (MANI et al., 2014).



**Figura 6.** Aparência dos tubérculos de batata da cultivar Markies submetidas a aplicação de Mentol (Ment); Controle (Contr) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Mentol (H+M), em função dos 40 dias de armazenamento a 8 °C.

Houve aumento linear acentuado dos açúcares solúveis totais ao longo do período de armazenamento (Figura 7). Porém, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Este aumento nos teores de açúcares totais em todos os tratamentos pode estar associado com a brotação das batatas armazenadas. Segundo Braun et al. (2010), fatores como o tempo de armazenamento, o cultivar, o grau de maturação dos tubérculos e o crescimento dos brotos, podem variar nos teores de açúcares pela ocorrência do catabolismo dos carboidratos e/ou atividades enzimáticas que reduzem as quantidades de amido, aumentando os conteúdos de açúcares (SINGH & KAUN, 2016).

Elbashir et al. (2014) relataram que a degradação do amido conduz à formação dos seus respectivos monômeros. O açúcar produzido durante a hidrólise de amido é utilizada para a respiração. Além disso, a taxa de respiração é afetada pela temperatura e, portanto, variará dependendo das condições de armazenamento e do uso final dos tubérculos. Portanto, durante a hidrólise do amido, a perda de matéria seca ocorre, resultando em perda de peso.



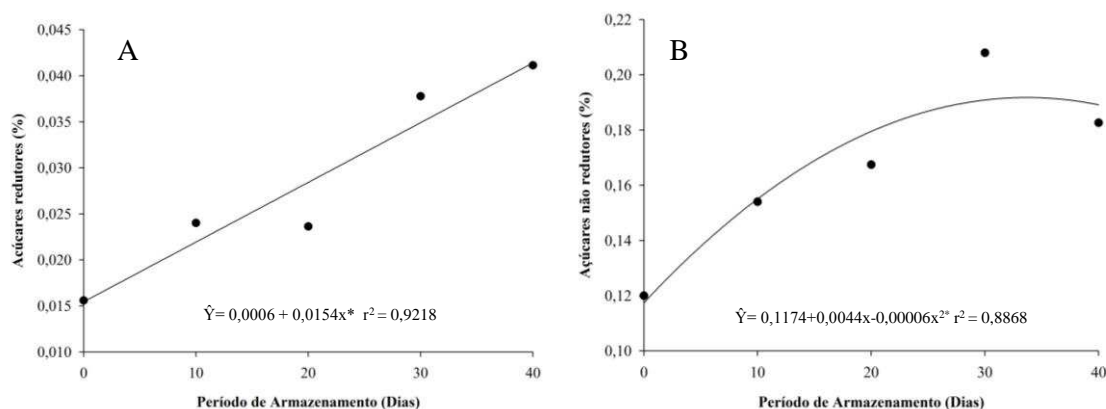
**Figura 7.** Variação dos teores de açúcar solúveis totais em tubérculos de batata da cultivar Markies, submetidas a aplicação de Mentol (Ment); Controle (Contr) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Mentol (H+M), em função dos 40 dias de armazenamento a 8 °C.

Em tubérculos de batata, as hexoses: glicose e a frutose são os principais açúcares redutores com concentração de até 1,5 % (STOREY, 2007). Em geral, todos os tratamentos avaliados neste trabalho apresentaram aumentos lineares nos teores de açúcares redutores (AR) em batata ‘Markies’, ao longo do período de armazenamento (Figura 8A). A degradação acelerada do amido com acumulação concomitante de açúcares redutores indesejáveis (glicose e frutose) são fatores que indicam aumento do envelhecimento fisiológico (BISOGNIN et al., 2008). Dessa forma, o aumento dos AST pode está diretamente relacionado, com o aumento do AR. A avaliação dos teores de açúcares redutores é de grande importância para o setor industrial da batata, pois seus conteúdos excessivos quando submetidas a baixas temperaturas de armazenamento, podem causar coloração castanha não enzimática indesejável para produtos fritos devido

à reação entre os açúcares redutores e os grupos  $\alpha$ -amino de aminoácidos, conhecidos como a reação de Maillard (SCHALLENBERGER et al., 1959).

Os conteúdos de açúcares não-redutores (ANR) em batatas 'Markies' foram influenciados ( $p \leq 0,01$ ) apenas pelo tempo de armazenamento sob temperatura de 8 °C (Figura 8B). Observa-se que houve aumento nos teores de ANR, até os 30 dias de armazenamento seguido de um declínio no fim do armazenamento. Essa curva quadrática coincide com o período de envelhecimento fisiológico dos tubérculos, pois os carboidratos de armazenamento especializados, como o amido são catabolizados durante a brotação em batatas, convertidos em sacarose e transportados para o crescimento dos brotos (BUCHANAN et al., 2016).

A sacarose disponível ao tubérculo pode ser clivada por diferentes enzimas. Pode ser hidrolisado por invertase apoplástica ou citosólica, respectivamente, resultando em glicose e frutose, ou convertidos em UDP-Glc e frutose pela sacarose sintase (Susy) (BUCHANAN, 2016). A forma predominante de clivagem de sacarose depende da fase de desenvolvimento do tubérculo. (VREUGDENHIL et al., 2007).



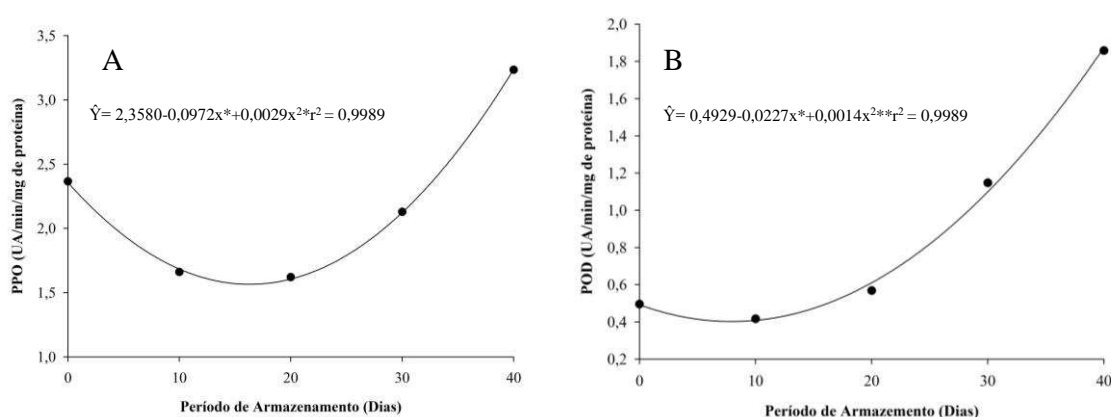
**Figura 8.** A) Variação dos teores de açúcares redutores (%). B) Acúcares não-redutores (%), em tubérculos de batata da cultivar Markies, submetidas a aplicação de Mentol (Ment); Controle (Contr) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Mentol (H+M), em função dos 40 dias de armazenamento a 8 °C.

A atividade da enzima polifenoloxidase (PPO) e da enzima peroxidase (POD) tiveram aumentos significativos ao longo do período de armazenamento a 8 °C, não havendo diferença significativa entre os tratamentos (Figura 9A e 9B).

A atividade dos sistemas de peroxidases são responsáveis pela ação antioxidativa, que produz EROs reduzidos, e aciona a defesa da planta a estresses seja ele bióticos ou abióticos. As polifenoloxidases (PPO), por sua vez, atuam na oxidação

enzimática de compostos fenólicos, produzindo quinonas rapidamente condensadas, formando pigmentos insolúveis e de coloração escura, podendo também reagir não-enzimaticamente com aminoácidos, proteínas ou outros compostos (CARNEIRO et al., 2006).

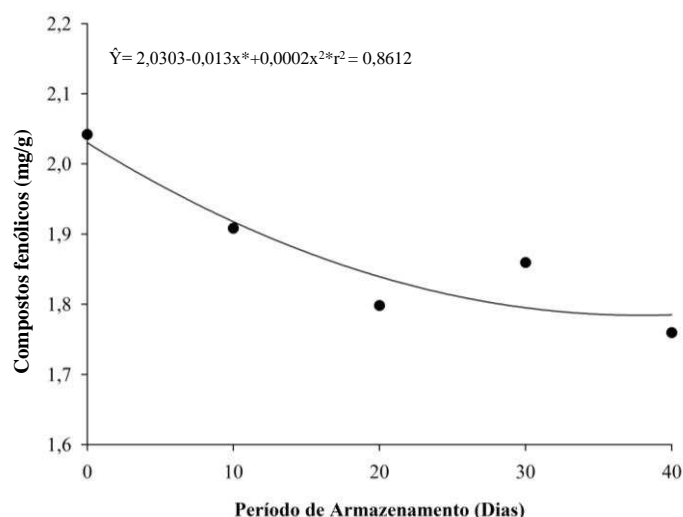
Afify et al., (2012) avaliando a atividade enzimática em batatas 'Diamont', observou diminuição na atividade da PPO e POD após tratamento com óleos essenciais, mantendo os tubérculos de batata durante 9 semanas. Além disso, a regulação da expressão da polifenoloxidase é parte das defesas da planta e está relacionado a outras vias metabólicas, entretanto esta enzima está envolvida nas respostas das plantas sob condições de estresse.



**Figura 9.** A) Variação da atividade da enzima polifenoloxidase (PPO). B) Variação da atividade da enzima peroxidase (POD), em tubérculos de batata da cultivar Markies, submetidas a aplicação de Mentol (Ment); Controle (Contr) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Mentol (H+M), em função dos 40 dias de armazenamento a 8 °C.

Os compostos fenólicos são compostos que contribuem para as características sensoriais dos alimentos, como cor e sabor estando associados à adstringência, gosto amargo e ácido (Naczki e Shadhidi., 2004). Observa-se que não houve diferença significativa para os tratamentos, sendo influenciado apenas pelo período de armazenamento a 8 °C, apresentando diminuição dos teores de compostos fenólicos até o final do armazenamento (Figura 10).


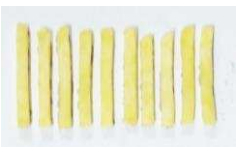






Os compostos fenólicos são originados do metabolismo secundário das plantas e são essenciais para o seu crescimento e reprodução, sendo sintetizados mais intensamente em condições de estresse (ANGELO e JORGE., 2007).






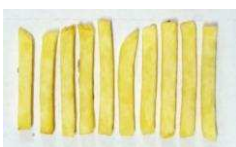




**Figura 10.** Variação dos compostos fenólicos em tubérculos de batata da cultivar Markies submetidas a aplicação de Mentol (Ment); Controle (Contr) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Mentol (H+M), em função dos 40 dias de armazenamento a 8 °C.

Independente do tratamento, as batatas fritas aos 10 dias de armazenamento apresentaram coloração de escala 1 de acordo com as notas atribuídas a escala de cor para batatas fritas determinada pelo USDA (1967) (Figura 11). No entanto, observa-se que aos 40 dias de armazenamento, houve uma variação na coloração para o tratamento de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Mentol e o controle, atribuindo-se notas 2 e 2, respectivamente (Figura 12). Enquanto que o tratamento a base de Mentol permaneceu com nota 1.

Um aspecto importante no setor de batatas fritas é a coloração. O açúcar produzido durante a hidrólise de amido é utilizado em parte para manter a respiração. Dependendo das condições de armazenamento, a taxa de respiração é afetada pela temperatura (VREUGDENHIL et al., 2007). Quando os tubérculos são armazenados a baixas temperaturas, ocorre acúmulos nos conteúdos de açúcares redutores indesejáveis (SINGH & KAUN, 2016). Com isso, esses açúcares redutores (glicose e frutose) quando acumulados, participam da reação de Maillard reagindo com aminoácidos livres durante a fritura, resultando em batatas fritas de coloração amarronzada. (Burton, 1978, van Es e Hartmans, 1987). Os palitos de batatas fritas quando escuros, podem resultar em maiores quantidades de produção de acrilamida, composto esse, que tem sido associado a muitos tipos de câncer. Além disso, essa alteração da aparência dos palitos fritos pode resultar em uma baixa aceitabilidade pelos consumidores (SINGH & KAUN, 2016).

	$H_2O_2$	Mentol	Controle	$H_2O_2$ + Mentol
R1				
R2				

**Figura 11.** Aparência dos palitos de batatas ‘Markies’ após 10 dias da aplicação dos tratamentos com Mentol (Ment); Controle (Contr) e  $H_2O_2$  + Mentol (H+M), avaliados em função do escurecimento após fritura a 180 °C.

	$H_2O_2$	Mentol	Controle	$H_2O_2$ + Mentol
R1				
R2				

**Figura 12.** Aparência dos palitos de batatas ‘Markies’ após 40 dias da aplicação dos tratamentos com Mentol (Ment); Controle (Contr) e  $H_2O_2$  + Mentol (H+M), avaliados em função do escurecimento após fritura a 180 °C.

## CONCLUSÃO

Os tratamentos a base de mentol e peróxido de hidrogênio + mentol, influenciaram positivamente no armazenamento, com menor perda de massa, menor comprimento e quantidade de brotos, mantendo a qualidade das batatas 'Markies' por 40 dias a 8 °C;

O óleo essencial de Mentol isolado e o Mentol associado com o peróxido de hidrogênio, é uma alternativa eficaz como supressor de brotação na cultura da batata, tendo em vista que apresentaram menor incidência de brotos;

Nas condições experimentais desse trabalho, o uso do peróxido de hidrogênio isoladamente, se mostrou ineficiente como supressor de brotação da batata 'Markies', pois induziu uma brotação mais rápida durante o período de armazenamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASI, K.S.; MASUD, T.; ALI, S.; KHAN,S.U.; MAHMOOD, T.; QAYYUM, A. Sugar-Starch metabolism and antioxidant potential in potato tubers in response to different antisprouting agents during storage. **Potato Research**, v.58,p.361-375, 2015.

AFEK, U.; ORENSTEIN, J.; KIM, J. J. Control of silver scurf disease in stored potato by using hydrogen peroxide plus (HPP). **Crop Protection**, v. 20, n. 1, p. 69-71, 2001.

AFEK, U.; ORENSTEIN, J.; NURIEL, E. Using HPP (hydrogen peroxide Plus) to inhibit potato sprouting during storage. **American journal of potato research**, v. 77, n. 1, p. 63-65, 2000.

AFIFY, A. E. M. M.; EL-BELTAGI, H. S.; ALY, A. A.; EL-ANSARY, A. E. Antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation as biomarker for potato tuber stored by two essential oils from Caraway and Clove and its main component carvone and eugenol. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 2, n. 2, p. S772-S780, 2012.

ÂNGELO, P.M., JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 232-240, 2007.

BAJJI, M., HAMDI, M. M., GASTINY, F., ROJAS-BELTRAN, G. A., & DU JARDIN, D. Catalase inhibition accelerates dormancy release and sprouting in potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers. **Biotechnologie, Agronomie, Societe et Environnement Biotechnology, Agronomy, Society and Environment**, v. 11, n. 2, p. 121-131, 2007.

BHATE, R. H.; RAMASARMA, T. Evidence for H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> as the product of reduction of oxygen by alternative oxidase in mitochondria from potato tubers. **Archives of biochemistry and biophysics**, v. 486, n. 2, p. 165-169, 2009.

BISOGNIN, D. A.; MULLER, D. R.; STRECK, N. A.; ANDRIOLO, J. L.; SAUSEN D. Development and yield of potato clones during spring and autumn. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 6, p. 699-705, 2008.

BLENKINSOP, R. W.; COPP, L. J.; YADA, R. Y.; MARANGONI, A. G. Effect of chlorpropham (CIPC) on carbohydrate metabolism of potato tubers during storage. **Food Research International**, v. 35, n. 7, p. 651-655, 2002.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, p. 248-254, 1976.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v.28, n.1, p.25-30, 1995.

BRAUN, H.; FONTES, P. C. R.; FINGER, F. L.; BUSATO, C; CECON, P. R. Carbohydrates and dry matter in tubers of potato cultivars as affected by nitrogen doses. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 2, p. 285-293, 2010.

BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry & molecular biology of plants**. USA:Wiley Blackwell, ed. 2, p.1283, 2016.

BURTON, W. G. The physics and physiology of storage. In: **The potato crop**. Springer, Boston, MA, p. 545-606, 1978.

COLEMAN, W.K.; LONERGAN, G.; SILK, P. Potato Sprout Growth Suppression by Menthone and Neomenthol, Volatile Oil Components of *Minthostachys*, *Satureja*, *Bystropogon*, and *Mentha* Species. **American Journal of Potato Research**, v.78, p.345-354, 2001.

DELAPLACE, P.; BROSTAUX, Y.; FAUCONNIER, M. L.; DU JARDIN, P. Potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber physiological age index is a valid reference frame in

postharvest ageing studies. **Postharvest Biology and Technology**, v. 50, n. 1, p. 103-106, 2008.

DING, Z.; TIAN, S.; WANG, Y.; LI, B.; CHAN, Z.; HANA, J.; XUA, Y. Physiological response of loquat fruit to different storage conditions and its storability. **Postharvest Biology and Technology**, v. 41, n. 2, p. 143-150, 2006.

DUBOIS, M. et al. Colorimetric method form determination of sugars and related substaceas. **Nature**, v.28, p.350-356, 1956.

ELBASHIR, H.A.; AHMED, A.H.R.; YOUSIF, K.S. Efficacy of Different Applications of Spearmint Oil on Storability and Processing Quality of two Potato Varieties. **Journal of Agri-Food and Applied Sciences**, v.2, p.124-133, 2014.

FAOSTAT, 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://http://www.fao.org/faostat> (Acesso em 20.01.18).

FERNANDES, Adalton M. A. M., Soratto, R. P., Evangelista, R. M., & Nardin, I. (2010). Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno. **Horticultura Brasileira**, p. 299-304, 2010

FRAZIER, M. J.; OLSEN, N.; KLEINKOPF, G. **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>>, 2004.

FU, L.; XU, B.T.; XU, X.R.; QIN, X.S.; GAN, R.Y.; LI, H.-B. Antioxidant capacities and total phenolic contents of 56 wild fruits from South China. **Molecules**, v. 15, n. 12, p. 8602-8617, 2010.

GÓMEZ-CASTILLO, D., CRUZ, E., IGUAZ, A., ARROQUI, C., & VÍRSEDA, P.. Effects of essential oils on sprout suppression and quality of potato cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, v. 82, p. 15-21, 2013.

KAMATOU, G. P. P., VERMAAK, I., VILJOEN, A. M., LAWRENCE, B. M. Menthol: a sample monoterpene with remarkable biological properties. **Phytochemistry**, v. 96, p.15-25, 2013.

KAVRAYAN, D.; AYDEMIR, T. Partial purification and characterization of polyphenoloxidase from peppermint (*Mentha piperita*). **Food Chemistry**, v.74, p.146-154, 2001.

LAGRIMINI, L.M.; GINGAS, V.; FINGER, F.; ROTHSTEIN, S.; LIU, T.Y. Characterization of antisense transformed plants deficient in the Tobacco Anionic peroxidase. **Plant Physiology**, n.114, p.1187-1196, 1997.

LIU, B.; ZHAO, S.; TAN, F.; ZHAO, H.; WANG, D.; SI, H.; CHEN, Q. Changes in ROS production and antioxidant capacity during tuber sprouting in potato. **Food Chemistry**, v. 237, p. 205-213, 2017.

LÓPEZ-DELGADO, H.; ZAVALETA-MANCERA, H. A.; MORA-HERRERA, M. E.; VÁZQUEZ-RIVERA, M.; FLORES-GUTIÉRREZ, F. X.; SCOTT, I. M. Hydrogen peroxide increases potato tuber and stem starch content, stem diameter, and stem lignin content. **American Journal of Potato Research**, v. 82, n. 4, p. 279-285, 2005.

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.

MAPA- Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Disponível em [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em 21 de Janeiro de 2018.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**. v.1054, n.1-2, p.95-111, 2004.

NELSON, N.A fotometric adaption of Somogyi method for the determination of glucose. **The Journal of Biological Chemistry**, v.153, p.375-380, 1944.

QUAN, L. J.; ZHANG, B.; SHI, W. W.; LI, H. Y. Hydrogen peroxide in plants: a versatile molecule of the reactive oxygen species network. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 50, n. 1, p. 2-18, 2008.

SANTOS, M. N. S. Ação do eugenol e mentol na supressão da brotação de tubérculos de batata (*Solanum tuberosum* L.). 2017. 51 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SCANDALIOS, J. G. Oxidative stress: molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 38, n. 7, p. 995-1014, 2005.

SINGH, J.;KAUR, L. (Ed.). **Advances in potato chemistry and technology**. Academic press, ed. 2, p. 291-293, 2016.

STOREY, M. Tuber quality. In: **Potato biology and biotechnology advances and perspectives**. Laboratory of Plant Physiology Wageningen University and Research Centre Wageningen, Netherlands, ed. 1, p. 401-466, 2007.

SWIECA, M. Production of ready-to-eat lentil sprouts with improved antioxidant capacity: optimization of elicitation conditions with hydrogen peroxide. **Food chemistry**, v. 180, p. 219-226, 2015.

THOMPSON & MORGAN. Disponível em: <http://www.thompson-morgan.com/vegetables/potatoes/maincrop/potato-markies/t17927TM#additional-links>. Acesso em 20 de janeiro de 2018.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **United States Standards for Grades of Frozen French Fried Potato**. Baltimore, p.16p., 1967.

VAN ES, A.; HARTMANS, K. J. Dormancy, sprouting and sprout inhibition. **Storage of potatoes: post-harvest behavior, store design, storage practice, handling/A. Rastovski, A. van Es et al**, 1987.

VOSS, R.E., BAGHOTT, K.G., TIMM, H. Proper Environment For Potato Storage. **Communication by the Vegetable Research and Information Center.** University of California, Davis, 2004.

VREUGDENHIL, D.; STRUIK, P. C. An integrated view of the hormonal regulation of tuber formation in potato (*Solanum tuberosum*). **Physiologia plantarum**, v. 75, n. 4, p. 525-531, 1989.