

**ABELARDO BARRETO DE MENDONÇA NETO**

**AÇÃO DO 1,4-DIMETILNAFTELENO (1,4-DMN) SOBRE O CONTROLE DA  
BROTAÇÃO EM BATATAS DAS CULTIVARES ASTERIX E CHALLENGER**

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

Orientador: Fernando Luiz Finger

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2019**

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

T

M539a  
2019 Mendonça Neto, Abelardo Barreto de, 1981-  
Ação do 1,4-dimetilnaftaleno (1,4-DMN) sobre o controle  
da brotação em batatas das cultivares Asterix e Challenger /  
Abelardo Barreto de Mendonça Neto. – Viçosa, MG, 2019.  
47 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Fernando Luiz Finger.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 44-46.

1. Batata - Armazenamento - Qualidade. 2. Brotação.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia.  
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

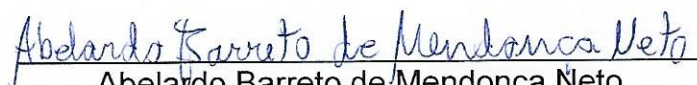
CDD 22. ed. 635.2167

ABELARDO BARRETO DE MENDONÇA NETO

**AÇÃO DO 1,4-DIMETILNAFTELENO (1,4-DMN) SOBRE O CONTROLE DA  
BROTAÇÃO EM BATATAS DAS CULTIVARES ASTERIX E CHALLENGER**

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

APROVADA: 18 de julho de 2019.

  
Abelardo Barreto de Mendonça Neto  
Autor

  
Fernando Luiz Finger  
Orientador

À minha Mãe Branquinha e ao meu Pai Júlio  
DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

À Branca, minha Mãe, irmã e minha melhor amiga, pelo exemplo de ternura, amor e acima de tudo, pelo exemplo de perseverança, coragem e força diante de todas as dificuldades, uma mulher que desconhece o significado da palavra desistir.

Ao meu Pai Júlio, pelo exemplo de hombridade, honestidade e carinho ao próximo, por tudo o que representa para mim, meu herói.

À Ana Lúcia, pela amizade, companheirismo e dedicação. Pelo incentivo e ajuda para vencer todos os desafios a que me propus a enfrentar.

À minha irmã Iris pelo carinho e incentivo.

Ao professor Fernando Luiz Finger por me oferecer a oportunidade de cursar a pós-graduação, pela orientação, pelos conhecimentos compartilhados e principalmente pela paciência com os percalços que tive durante essa jornada.

Ao professor Paulo Roberto Cecon, por toda a ajuda na análise estatística.

À Lucilene e Fernanda pela valorosa contribuição com este trabalho.

À Aloirta, minha amiga e parceira de trabalho, que incontáveis vezes fez o trabalho dela e o meu para que fosse possível eu cursar disciplinas e cuidar dos experimentos.

À Aline, de colega de disciplina a amiga para a vida. E à Roseli, por me oferecer um abraço de mãe quando eu mais precisei.

Às amigas do laboratório, Dreice, Ariana, Luciana, Maria Eduarda, Renata e Ana Izabella pela ajuda na condução do experimento, e acima de tudo, por me incentivarem a seguir. Sem vocês eu não teria conseguido!

Aos servidores José Maurício e Sr. Geraldo pela ajuda na condução do experimento, trocas de experiências e conversas.

Aos demais colegas do laboratório pela ajuda direta ou indireta na minha formação profissional.

Obrigado!

## RESUMO

MENDONÇA NETO, Abelardo Barreto de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2019. **Ação do 1,4-dimetilnaftaleno (1,4-DMN) sobre o controle da brotação em batatas das cultivares Asterix e Challenger.** Orientador: Fernando Luiz Finger.

A utilização de supressores da brotação, associado ao controle de temperatura e umidade, é uma ferramenta capaz de promover a manutenção da qualidade de tubérculos armazenados. Uma alternativa que vêm sendo estudada é o composto natural 1,4-Dimetilnaftaleno (1,4-DMN). Devido à necessidade de melhor entendimento sobre o mecanismo de ação deste supressor, seus efeitos e as condições ideais de uso, objetivou-se com este estudo verificar a eficiência do 1,4-DMN na supressão da brotação e a consequente manutenção da qualidade de tubérculos de batata das cultivares Asterix e Challenger, em diferentes temperaturas e tempos de armazenamento. Foram testados os seguintes tratamentos: T1 – Asterix 1,4-DMN 8°C, T2 – Asterix Controle 8°C, T3 – Asterix 1,4-DMN 20°C, T4 – Asterix Controle 20°C, T5 – Challenger 1,4-DMN 8°C, T6 – Challenger Controle 8°C, T7 – Challenger 1,4-DMN 20°C, T8 – Challenger Controle 20°C. A aplicação do 1,4-DMN foi realizada por fumigação. Foram realizados 5 períodos de avaliação para cada tratamento: 0, 45, 90, 135 e 180 dias após a aplicação, sendo o dia 0 (zero) avaliado no dia da aplicação dos tratamentos. Os parâmetros avaliados foram a perda de massa fresca, número e comprimento dos brotos; teores de açúcares solúveis totais, teores de açúcares redutores e não redutores, atividade das enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD), e coloração dos palitos de batata após a fritura. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e em parcela subdividida, com os tratamentos nas parcelas e períodos de avaliação nas subparcelas. De acordo com os resultados observados, foi verificado efeito de interação entre os tratamentos avaliados e o tempo de armazenamento para a maioria dos parâmetros de qualidade avaliados, exceto para a atividade da polifenoloxidase. Os efeitos do 1,4-DMN no controle da qualidade das batatas resultaram em menor perda de massa fresca e menores teores de açúcares solúveis totais e de açúcares redutores, sendo estes efeitos mais efetivos para a cultivar Challenger. O uso do 1,4-DMN foi efetivo no controle dos brotos da cultivar Challenger, sendo mais importante

o uso deste supressor com armazenamento à 20°C. Também houve efeitos significativos na redução do comprimento médio dos brotos para ambas as cultivares avaliadas, após 180 dias à 20°C. Os efeitos do uso de 1,4-DMN na redução do comprimento médio dos brotos foi significativo para ambas cultivares, mas apenas após um período maior de armazenamento (180 dias) à 20°C. Os tratamentos avaliados apresentaram pouca ou nenhuma diferença quanto ao nível de estresse oxidativo causado nos tubérculos.

Palavras-chave: Batatas Armazenadas. Manutenção da qualidade. Supressor da brotação.

## ABSTRACT

MENDONÇA NETO, Abelardo Barreto de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2019. **Action of 1,4-dimethylnaphthalene (1,4-DMN) on sprout control in Asterix and Challenger potatoes.** Advisor: Fernando Luiz Finger.

The use of sprout suppressors, associated with temperature and humidity control, is a tool capable of promoting the maintenance of stored tubers quality. An alternative that has been studied is the natural compound 1,4-Dimethylnaphthalene (1,4-DMN). Due to the need for a better understanding of the mechanism of action of this suppressor, its effects and the ideal conditions of use, the objective of this study was to verify the efficiency of 1,4-DMN in the suppression of sprouting and the maintenance of the quality of tubers. potato of cultivars Asterix and Challenger at different temperatures and storage times. The following treatments were tested: T1 - Asterix 1,4-DMN 8°C, T2 - Asterix Control 8°C, T3 - Asterix 1,4-DMN 20°C, T4 - Asterix Control 20°C, T5 - Challenger 1,4-DMN 8°C, T6 - Challenger Control 8°C, T7 - Challenger 1,4-DMN 20°C, T8 - Challenger Control 20°C. 1,4-DMN was applied by fumigation. Five evaluation periods were performed for each treatment: 0, 45, 90, 135 and 180 days after application, and day 0 (zero) was evaluated on the day of treatment application. The evaluated parameters were the loss of fresh mass, number and length of shoots; total soluble sugar content, reducing and non-reducing sugar content, activity of the polyphenoloxidase (PPO) and peroxidase (POD) enzymes, and coloration of potato sticks after frying. The experiment was conducted in a completely randomized and split-plot design, with the treatments in the plots and evaluation periods in the subplots. According to the observed results, an interaction effect between the evaluated treatments and the storage time was verified for most of the evaluated quality parameters, except for the polyphenoloxidase activity. The effects of 1,4-DMN on potato quality control resulted in lower fresh mass loss and lower total soluble sugars and reducing sugars, and these effects were more effective for cultivar Challenger. The use of 1,4-DMN was effective in controlling the shoots of cultivar Challenger, being more important the use of this suppressor with storage at 20°C. There were also significant effects in reducing the average shoot length for both cultivars evaluated after 180 days at 20°C. The effects of the use of 1,4-DMN on the average shoot length

reduction was significant for both cultivars, but only after a longer storage period (180 days) at 20°C. The evaluated treatments showed little or no difference in the level of shoot. oxidative stress caused on the tubers.

Keywords: Maintenance of quality. Sprout suppressor. Storage Potato.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores médios para perda de massa fresca (%) nos tubérculos de batatas das cultivares Asterix (Ast) e Challenger (Cha).....	22
Tabela 2 – Valores médios para número de brotos nos tubérculos de batatas das cultivares Asterix (Ast) e Challenger (Cha).....	25
Tabela 3 – Soma do comprimento médio de brotos nos tubérculos de batatas das cultivares Asterix (Ast) e Challenger (Cha).....	27
Tabela 4 – Valores médios para açúcares solúveis totais nos tubérculos de batatas das cultivares Asterix (Ast) e Challenger (Cha).....	30
Tabela 5 – Valores médios para açúcares redutores nos tubérculos de batatas das cultivares Asterix (Ast) e Challenger (Cha).....	33
Tabela 6 – Valores médios para açúcares não redutores nos tubérculos de batatas das cultivares Asterix (Ast) e Challenger (Cha).....	35
Tabela 7 – Valores médios para a atividade da enzima polifenoloxidase nos tubérculos de batatas das cultivares Asterix (Ast) e Challenger (Cha) .....	37
Tabela 8 – Valores médios para a atividade da enzima peroxidase nos tubérculos de batatas das cultivares Asterix (Ast) e Challenger (Cha) .....	39
Tabela 9 – Classificação de acordo com a escala de cores para batatas fritas, cultivar Asterix .....	42
Tabela 10 – Classificação de acordo com a escala de cores para batatas fritas, cultivar Challenger .....	43

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Painel de classificação da coloração de batatas fritas (USDA, 1967).....	19
Figura 2 – Perda de Massa Fresca (%) em função do tempo de armazenamento ...	23
Figura 3 – Número médio de brotos em função do tempo de armazenamento.....	25
Figura 4 – Soma do comprimento médio dos brotos em função do tempo de armazenamento .....	28
Figura 5 – Brotamento de tubérculos da cultivar Asterix ao longo do experimento...	29
Figura 6 – Brotamento de tubérculos da cultivar Challenger ao longo do experimento .....	29
Figura 7 – Níveis de açúcares solúveis totais em função do tempo de armazenamento .....	31
Figura 8 – Níveis de açúcares redutores em função do tempo de armazenamento .	34
Figura 9 – Níveis de açúcares não redutores em função do tempo de armazenamento .....	36
Figura 10 – Atividade da enzima polifenoloxidase em função do tempo de armazenamento .....	38
Figura 11 – Atividade da enzima peroxidase em função do tempo de armazenamento .....	40
Figura 12 – Coloração dos palitos de batata da cultivar Asterix após fritura .....	41

Figura 13 – Coloração dos palitos de batata da cultivar Asterix após fritura .....42

Apêndice A - Resumo da Análise de Variância para a Porcentagem de Perda de Massa Fresca (%PMF); Número de Brotos (NBR); Comprimento de Brotos (CBR); Açúcares Solúveis Totais (AST); Açúcares Redutores (AR); Açúcares Não Redutores (ANR); Polifenoloxidase (PPO) e Peroxidase (POD) em função dos tratamentos e tempo de armazenamento .....47

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVO .....</b>	<b>15</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>44</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.), é a quarta cultura em ordem de importância agrícola no mundo, atrás do trigo, arroz e milho, sendo a primeira commodity não grão. Em 2017, a produção global foi de 388 milhões de toneladas, a China desponta como o maior produtor e o Brasil compõe o grupo dos 25 maiores produtores (FAOSTAT, 2019). A produção brasileira foi na ordem de 3,84 milhões de toneladas sendo Minas Gerais o maior produtor com a safra de 1,15 milhões de toneladas em 2018 (IBGE, 2019).

O brasileiro consome aproximadamente 15 kg/ano, enquanto a média de consumo de europeus e americanos chega a ser cinco vezes maior (Formigoni, 2017). Estes dados indicam o grande potencial de aumento do consumo de batata no país.

O uso da batata “in natura” vem perdendo espaço, enquanto a demanda por produtos industrializados é crescente no Brasil, devido às mudanças nos hábitos alimentares, necessidade de se obter comida semipronta, com produtos mais uniformes e práticos (Freitas et al., 2006). Há também um aumento das cadeias de restaurantes e *fastfoods*, que demandam produtos semiprocessados de alta qualidade.

Para o processamento industrial, os caracteres mais importantes para as batatas são aqueles que conferem qualidade de fritura, como alto peso específico, baixo teor de açúcares redutores e ausência de distúrbios fisiológicos (Souza et al., 2011).

O abastecimento da cadeia de produção destinada ao processamento requer matéria-prima de qualidade e em quantidade durante todo o ano. Uma das formas de atender a demanda da indústria de processamento é a utilização do armazenamento refrigerado, que visa à manutenção da qualidade pós-colheita de batatas ao reduzir os efeitos dos principais fatores capazes de interferir na qualidade dos tubérculos de batata sob armazenamento, o que 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 nas taxas respiratórias, perdas de água por transpiração, e principalmente afeta os conteúdos de amido, convertendo-o em açúcares redutores, glicose e frutose (Kaur & Singh, 2016). Frequentemente, o comprimento e o número de brotos causam

danos mecânicos às batatas adjacentes, além de impedir o movimento do ar através das pilhas de batatas no interior das câmaras de refrigeração, favorecendo o aparecimento de patógenos, o que deprecia a matéria prima e causa perdas consideráveis durante o armazenamento (Mani & Hannachi, 2015).

Os teores de açúcares redutores, glicose e frutose, são de grande importância para a indústria de batatas-fritas, pois durante a fritura, condição de elevada temperatura, esses açúcares reagem com aminoácidos livres para produzir compostos de sabor e pigmentos característicos, numa reação não-enzimática conhecida como Maillard (Schallenberger et al., 1959). O produto dessa reação escurece as batatas fritas reduzindo a aceitabilidade pelos consumidores e recentemente, esse escurecimento tem sido relacionado à produção de acrilamida, composto associado ao desenvolvimento de diversos tipos de câncer (Singh & Kaun, 2016). No entanto, condições adequadas de controle da temperatura e umidade, minimizam os efeitos negativos desses fatores. Em geral, a temperatura ótima de armazenamento da batata para o processamento é de 8°C (Voss et al., 2004), pois prolonga a dormência e mantém baixo os níveis de açúcares redutores.

Associado ao controle de temperatura e umidade, a utilização de supressores da brotação é mais uma ferramenta capaz de promover a manutenção da qualidade dos produtos armazenados.

Alguns trabalhos vêm comprovando a possibilidade da utilização de irradiação UV (Cools et al., 2014; Sobol et al., 2018), peróxido de hidrogênio (Afek et al., 2000) e aplicação de etileno (Foukaraki et al., 2016; Hongfei et al., 2016), com a função de obter maior qualidade de produtos a partir de batatas armazenadas. No entanto, quanto à inibição da brotação, nenhum desses métodos se mostrou tão eficiente quanto o cloropropane (CIPC) (Blenkinsop et al., 2002). O CIPC é um supressor de brotos muito eficiente no controle da brotação em batatas armazenadas e é amplamente utilizado nos Estados Unidos e em países da Europa, ultimamente, no entanto, o seu uso vem sofrendo algumas limitações devido ao acúmulo de substâncias de potencial efeitos tóxicos ao homem e ao meio ambiente (Vijay et al., 2018). No Brasil, o uso do CIPC é proibido.

Diante disso, diversos estudos vêm buscando alternativas ao uso do CIPC, que sejam tão eficientes quanto no controle da brotação e que sejam seguras ao homem e ao meio ambiente. Assim, o uso de compostos naturais como os óleos essenciais

tem-se mostrado promissores. Extratos de óleo de hortelã-pimenta, de coentro, de cravo, de mentol, dentre outros atuam como inibidores eficazes no crescimento dos brotos em tubérculos de batata (Gómez-Castilho et al., 2013; Elbashir et al., 2014; Santos et al., 2017).

No início dos anos 50, cientistas observaram que batatas armazenadas continham “químicos voláteis” capazes de suprimir o crescimento dos brotos (Burton, 1952; Burton e Meigh, 1971). A partir da caracterização de diversos compostos da família dos naftalenos, os isômeros 1,4 e 1,6-Dimetilnaftaleno (1,4-DMN) foram identificados como os mais potentes supressores da brotação. Nos Estados Unidos, desde os anos 90, estes supressores têm sido registrados como produto químico de baixo risco ambiental e à saúde humana, podendo ser usado em batatas armazenadas com o propósito de suprimir a brotação (Weerd et al., 2010).

O mecanismo de ação do 1,4-DMN ainda não foi completamente esclarecido, mas apresenta características diferentes do CIPC, principalmente por ser um composto natural e apresentar a redução relativamente rápida dos resíduos, além de que, segundo (Beveridge et al., 1981 e Campbell et al., 2019), o efeito de supressão da brotação pode ser completamente reversível ao longo do tempo.

Estas características e a necessidade de maior compreensão sobre o modo de ação do 1,4-DMN tornam este produto um potencial candidato para estudos de conservação de batatas durante o período de armazenamento.

## **2 OBJETIVO**

Determinar a eficiência do uso do 1,4-DMN na supressão da brotação e a consequente manutenção da qualidade de tubérculos de batata das cultivares Asterix e Challenger, em diferentes temperaturas e tempos de armazenamento.

### 3 MATERIAL E METODOS

Os tubérculos de batata das cultivares Asterix e Challenger foram provenientes da área produtora de Perdizes-MG, 19º 21' 10" S e 47º 17' 34" W e clima classificado como Cwb de acordo com a Köppen e Geiger, caracterizado por verão chuvoso e inverno seco. Perdizes tem uma temperatura média de 20,1°C e pluviosidade média anual é de 1603 mm.

Os tubérculos foram plantados em março e colhidos em julho de 2017. Não houve a lavagem ou escovação para a retirada do excesso de terra, partindo-se então, para a seleção quanto à uniformidade de massa, com variação entre 90 e 250g, além de serem descartados os que apresentavam danos mecânicos ou deformações.

A aplicação do tratamento nos tubérculos foi feita através do aquecimento de placas de petri contendo papel filtro embebidas com 1,4-DMN diluídos em álcool até a completa volatilização no interior dos baldes que estavam hermeticamente fechados. O tempo de fumigação foi de 30 minutos e os tratamentos foram:

T1 – Asterix 1,4-DMN 8°C;    T5 – Challenger 1,4-DMN 8°C;  
T2 – Asterix Controle 8°C;    T6 – Challenger Controle 8°C;  
T3 – Asterix 1,4-DMN 20°C;    T7 – Challenger 1,4-DMN 20°C  
T4 – Asterix Controle 20°C    T8 – Challenger Controle 20°C;

Os tratamentos T1, T3, T5 e T7 continham 20 µl de 1,4-DMN (sigma) por Kg de batata, diluídos em 15 ml de álcool 95%, e os controles continham apenas 15 ml de álcool 95% (Weerd et al., 2010)

Após a aplicação dos tratamentos, os tubérculos foram retirados dos baldes e armazenados em incubadoras (BOD's), sob temperaturas de 8°C e 20°C, de acordo com o tratamento, umidade relativa de 85-90% e ausência de luz.

Foram realizados 5 períodos de avaliação para cada tratamento: 0, 45, 90, 135 e 180 dias após a aplicação, sendo o dia 0 (zero) avaliado no dia da aplicação dos tratamentos. Os parâmetros avaliados foram a perda de massa fresca, número e comprimento dos brotos; teores de açúcares solúveis totais, teores de açúcares redutores e não redutores, atividade das enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD), e coloração dos palitos de batata após a fritura. Todas as análises foram

realizadas no laboratório de Tecnologia Pós-Colheita de Produtos Hortícolas da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG

Para análise, os tubérculos foram escovados, lavados, descascados manualmente e picados em forma de palitos. Parte do material foi separado para a análise enzimática e de açúcares, e dez palitos foram destinados à fritura.

A perda de massa fresca foi determinada através da pesagem dos tubérculos em cada período de avaliação, utilizando-se balança semi-analítica, levando-se em consideração a massa inicial, o percentual foi obtido por diferença durante o período de armazenamento. Os resultados foram expressos em percentagem de perda de massa fresca (%).

$$PMF = 100 - ((PF * 100)/PI)$$

Em que:

PMF = perda de massa fresca (%);

PF = peso do material fresco final no dia da análise; e

PI = peso do material fresco inicial (g) no dia da instalação do experimento.

O número de brotos foi determinado por contagem e o comprimento foi mensurado em mm, com auxílio de um paquímetro digital (*Stainless Hardened*).

Para a determinação dos teores de açúcares solúveis totais, redutores e não redutores, foram pesados aproximadamente 5g de massa fresca de cada amostra e colocados em tubos de plástico acrescido de etanol 80% fervente até que as amostras ficassem completamente cobertas. Em seguida, as amostras foram homogeneizadas em processador Politron, seguido por centrifugação por 10 minutos a 2.000 rpm, e filtradas em provetas de 50mL sob papel filtro (este procedimento foi repetido por mais duas vezes). O volume final do extrato foi ajustado de acordo com a proveta de maior volume, sendo então armazenados em tubos vedados sob refrigeração a temperatura de 8°C.

A quantificação dos açúcares solúveis totais (AST) seguiu o método Fenol-sulfúrico (Dubois et al., 1956), onde foi realizado a calibração da curva, com base na solução padrão de sacarose 1%. Alíquotas de 250µL das amostras foram pipetadas em tubo de vidro, acrescidos de 250µL de Fenol 5%, seguidos de agitação em Vórtex. Depois, 1,25mL de ácido sulfúrico concentrado foi adicionado e nova agitação foi

realizada. O material ficou em banho Maria a 30°C por 20 minutos, seguido de nova agitação em Vórtex e repouso a temperatura ambiente por mais 30 minutos.

A leitura foi realizada em espectrofotômetro, com comprimento de onda ( $\lambda$ ) de 490nm. O resultado foi expresso em % AST.

A determinação dos teores de açúcares redutores (% AR) foi realizada segundo a metodologia de Somogy-Nelson (Nelson,1944), onde foi realizado a calibração da curva, com base na solução padrão de glicose 1%. Alíquotas de 200 $\mu$ L da amostra foram pipetadas em tubos de vidro e 200 $\mu$ L do reagente de Nelson foram adicionados e agitados em Vórtex. O material ficou por 15 minutos em água fervente seguido de resfriamento em água. Foi adição de 200 $\mu$ L da solução arsenomolibdica, com posterior agitação dos tubos, adição de 600 $\mu$ L de água deionizada seguida de nova agitação.

A leituras foi realizada em espectrofotômetro, com comprimento de onda ( $\lambda$ ) de 540nm.

A quantificação de açúcares não redutores (ANR) foi determinada a partir da diferença do teor de açúcares solúveis totais e do teor de açúcares redutores, expressos em % ANR.

Para a atividade das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO), as amostras foram coletadas, congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas em freezer até a realização das análises. O extrato de cada enzima foi obtido a partir de 0,5g de batatas congeladas, que em seguida foram homogeneizados em processador Politron com 15mL de tampão fosfato 0,1 M e pH 6,5.

Esse extrato foi filtrado em gaze, e centrifugado a 12.000 *g* por 30 minutos, a 4°C. Para a determinação da atividade enzimática da POD, foi adicionado em uma cubeta 200 $\mu$ L do extrato enzimático, e adicionada ao meio de reação contendo 0,5mL de guaiacol (1,68%), 1,5mL de tampão fosfato 0,1 M (pH 7,0) e 0,5mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (1,8%) e o volume completado para 3mL com água destilada. O branco foi constituído por todos os componentes do meio de reação, exceto o extrato enzimático, que foi substituído por água. A atividade enzimática foi realizada com auxílio do espectrofotômetro com leitura de absorbância em comprimento de onda na faixa de 470nm, a temperatura de 25°C. O resultado foi expresso em UA/min/mg de proteína (Lagrimini et al., 1997). O mesmo extrato utilizado na determinação da atividade enzimática foi utilizado para a quantificação da proteína, segundo o método de

Bradford (1976), que utiliza a albumina do sorobovina (ASB) como padrão. A atividade da polifenoloxidase (PPO) foi determinada adicionando-se uma alíquota de 100 $\mu$ L do extrato enzimático, 1,5mL de tampão fosfato 0,1 M (pH 7,0), 0,5mL de catecol, e ajustando o volume para 3,0mL com água destilada. O branco foi composto de todos os componentes do meio de reação, exceto o extrato enzimático, que foi substituído por água. A atividade enzimática foi realizada com auxílio do espectrofotômetro com leitura de absorvância em comprimento de onda na faixa de 420nm, a 25°C e expressa em UA/min/mg de proteína (Kavrayan e Aydemir, 2001). O mesmo extrato utilizado na determinação da atividade enzimática foi utilizado para a quantificação da proteína, segundo o método de Bradford (1976), que utiliza a albumina do soro bovina (ASB) como padrão.

A fritura das batatas foi realizada em fritadeira especial com temperatura controlada a 180°C. O tempo de fritura foi de 3 minutos e a quantidade de óleo de soja refinado foi suficiente para minimizar a queda da temperatura após as batatas, a temperatura ambiente, serem imersas no óleo.

A coloração das batatas fritas foi determinada visualmente, por comparação, seguindo a escala de notas determinada pelo *United States Department of Agriculture* (USDA, 1967) (Figura 1), cuja escala de coloração varia de 1, extra claro a 5, marrom.



**Figura 1.** Painel de classificação da coloração de batatas fritas (USDA, 1967).

O experimento foi conduzido segundo um esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos e nas subparcelas os tempos de avaliação, no Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 4 repetições. 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 realizada de acordo com a significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t ( $P \leq 0,05$ ), e o coeficiente de determinação ( $R^2 = SQReg/SQtrat$ ).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito de interação entre os tratamentos e o tempo de armazenamento (0, 45, 90, 135 e 180 dias) para quase todas as variáveis avaliadas ( $P < 0,05$ ), exceto para os teores de polifenoloxidase (PPO) (Apêndice A). Ao avaliar a perda de massa fresca (%) ao longo de todo o período de armazenamento avaliado (Tabela 1), observamos diferenças entre os tratamentos 1 e 3, ou seja, houve diferença na perda de massa fresca do cultivar Asterix com 1,4-DMN devido às diferentes temperaturas de armazenamento (8 e 20°C), sendo as maiores perdas de massa fresca a 20°C. Este efeito também foi observado entre os tratamentos 2 e 4 após 90, 135 e 180 dias de armazenamento da cultivar Asterix sem 1,4-DMN. O efeito da temperatura de armazenamento sobre a perda de massa fresca da cultivar Challenger foi semelhante ao observado para a Asterix, sendo observadas maiores perdas com a temperatura de 20°C aos 90, 135 e 180 dias de armazenamento, quando associado ao uso de 1,4-DMN para os tratamentos 5 e 7 e, aos 135 e 180 dias, sem o uso de 1,4-DMN. De modo geral, a perda de massa fresca ao longo do armazenamento foi associada a diferença da temperatura de armazenamento, independente da cultivar e uso do 1,4-DMN. O efeito da temperatura de armazenamento sobre a perda de massa fresca se deve ao aumento da atividade metabólica (Caldiz et al., 1996), aumento das taxas respiratórias que leva a maior mobilização das reservas, mas principalmente pelo aumento da perda de água via transpiração (Bisognin et al., 2008). Comportamento similar foi obtido por Bacarin et al., (2005) em estudo com o armazenamento de tubérculos de batata de diversas cultivares, dentre elas, Asterix, onde foi observado a perda de matéria fresca ao longo do tempo, sendo que, as perdas foram mais acentuadas no armazenamento de tubérculos a 20°C.

Houve efeito do uso de 1,4-DMN sobre a perda de massa fresca (%) apenas na cultivar Challenger quando armazenada à 8°C (tratamento 5 vs 6) e para o período de 45 dias de avaliação, sendo que o uso de 1,4-DMN nestas condições resultou em menor perda de massa fresca. O fato de não haver efeito significativo do 1,4-DMN nos subsequentes períodos de avaliação se deve, provavelmente, ao fato do 1,4-DMN ter um efeito transitório sobre a inibição da brotação. Os produtos usados no controle de brotamento podem ser classificados em inibidores e supressores. A duração dos efeitos dos inibidores tende a ter maior duração, enquanto, supressores exercem

efeitos menos duradouros, podendo requerer aplicações múltiplas para um controle a longo termo. Muitos dos produtos usados para o controle de brotamento são voláteis e assim, podem evaporar, o que reduz seus efeitos, principalmente se houver maior temperatura durante o armazenamento (Daniels-Lake et al., 2013).

Ao comparar os cultivares nas mesmas condições de armazenamento foi observado que houve, aos 180 dias, diferença na perda de massa fresca na condição de uso de 1,4-DMN e temperatura de 8°C. No entanto, para a mesma temperatura sem o uso de 1,4-DMN, a cultivar Challenger apresentou maior perda de massa fresca aos 45 dias de avaliação, nos demais períodos de avaliação as diferenças não foram significativas. Já na condição de armazenamento à 20°C com o uso do 1,4-DMN, observou-se menores perdas para a Challenger nos períodos de 90, 135 e 180 dias de armazenamento. Considerando a mesma temperatura de armazenamento sem o uso do 1,4-DMN, a Challenger também apresentou menores perdas, com efeitos significativos nos períodos de 135 e 180 dias.

**Tabela 1** – Valores médios para perda de massa fresca (%) nos tubérculos de batatas das cultivares Asterix (Ast) e Challenger (Cha).

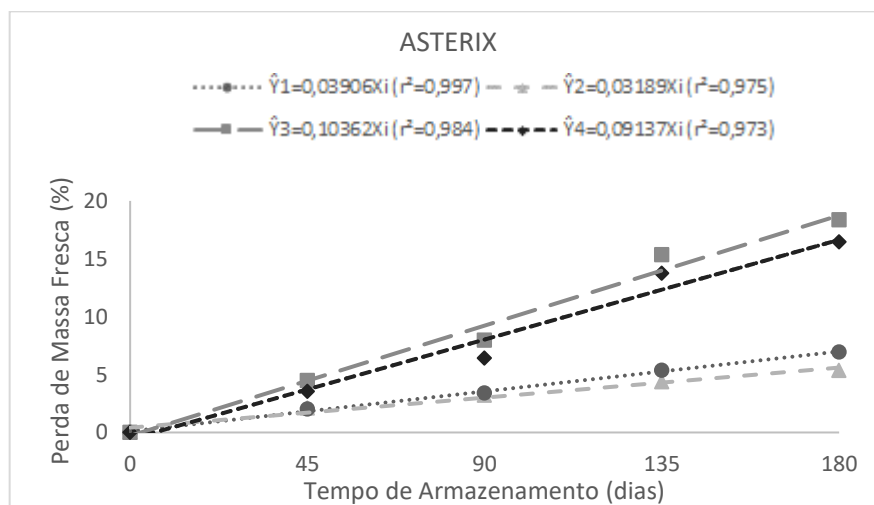
Tratamento	Perda de Massa Fresca (%)				
	0	45	90	135	180
1-Ast/1,4-DMN/8°C	0,00 A	2,02 B	3,40 CD	5,37 C	6,95 C
2-Ast/Controle/8°C	0,00 A	2,11 B	3,21 CD	4,38 C	5,35 CD
3-Ast/1,4-DMN/20°C	0,00 A	4,48 A	7,96 A	15,36 A	18,35 A
4-Ast/Controle/20°C	0,00 A	3,55 AB	6,40 AB	13,75 A	16,44 A
5-Cha/1,4-DMN/8°C	0,00 A	1,74 B	2,76 D	3,75 C	4,50 D
6-Cha/Controle/8°C	0,00 A	4,57 A	4,04 CD	4,95 C	5,92 CD
7-Cha/1,4-DMN/20°C	0,00 A	2,90 AB	5,43 BC	8,95 B	11,43 B
8-Cha/Controle/20°C	0,00 A	2,89 AB	4,89 BCD	7,75 B	11,36 B

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De acordo com os resultados observados para perda de massa fresca, foi observado que o uso da menor temperatura de armazenamento proporcionou menores perdas, o 1,4-DMN foi favorável apenas para a cultivar Challenger armazenada a 8°C após 45 dias da aplicação do produto. Quando armazenada a baixa temperatura e sem o uso de 1,4-DMN, a cultivar Challenger apresentou pior

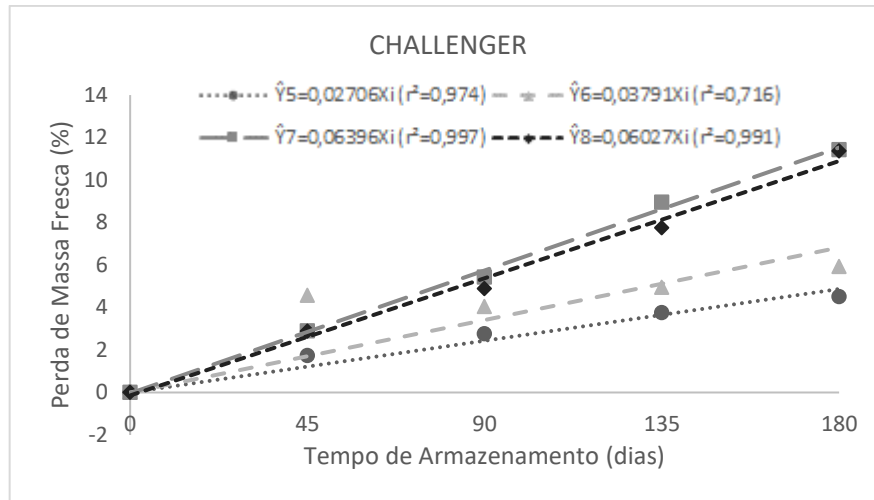
desempenho para este critério de qualidade, já a 20°C esse padrão se inverteu, havendo menor perda de massa fresca para a Challenger, independente do uso ou não de 1,4-DMN. Estes resultados indicam uma interação entre as cultivares, temperatura de armazenamento e efeito do 1,4-DMN.

Através dos modelos lineares ajustados para a perda de massa fresca, verificamos que houve um aumento da perda de massa fresca ao longo do tempo de armazenamento para todos os tratamentos e em ambas cultivares (Figura 2). Além disso, podemos observar uma maior inclinação da reta para os tratamentos que consideraram maior temperatura de armazenamento. Proporcionalmente, o fator temperatura parece ter maior peso de contribuição na variação dos valores de perda de massa fresca do que o uso ou não de 1,4-DMN. Com exceção do tratamento controle à 8°C na cultivar Challenger, foram obtidos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) acima 0,97, indicando que mais de 97% da variação na perda de massa fresca é devida a variação no tempo de armazenamento considerado, de acordo com os modelos lineares ajustados.



**Figura 2.** Perda de Massa Fresca (%) em função do tempo de armazenamento.

● = 1,4-DMN/8°C, ▲ = Controle/8°C, ■ = 1,4-DMN/20°C, ◆ = Controle/20°C



**Figura 2 (continuação).** Perda de Massa Fresca (%) em função do tempo de armazenamento.

● = 1,4-DMN/8°C, ▲ = Controle/8°C, ■ = 1,4-DMN/20°C, ◆ = Controle/20°C

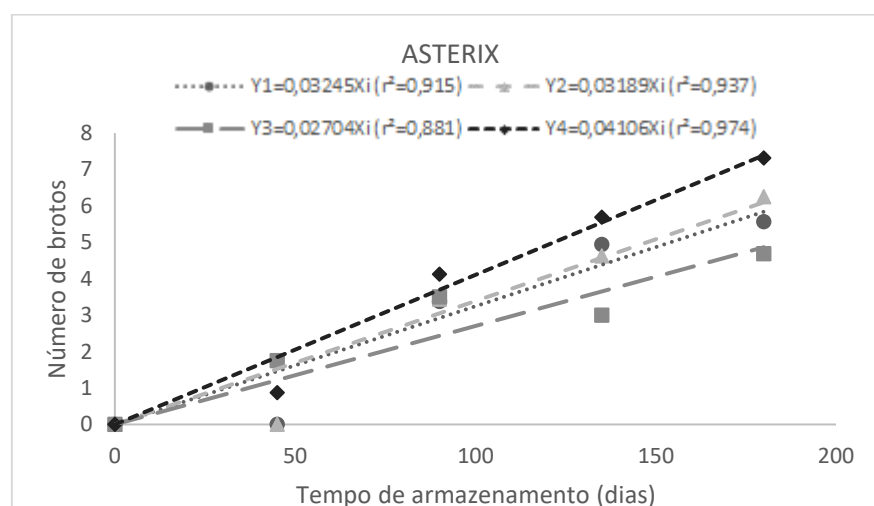
Não houve efeito do uso de 1,4-DMN e da temperatura de armazenamento sobre o número de brotos observados na cultivar Asterix em nenhum dos períodos de avaliação (Tabela 2). Também não houve diferença significativa no número de brotos da cultivar Challenger devido ao uso ou não do 1,4-DMN quando a temperatura de armazenamento foi de 8°C. No entanto, observou-se efeito do uso de 1,4-DMN para a cultivar Challenger nos períodos de 135 e 180 dias quando utilizada a temperatura de 20°C, sendo significativamente maior o número de brotos no tratamento controle. Quando comparamos o efeito da temperatura de armazenamento sobre o número de brotos na cultivar Challenger dentro da mesma condição de uso ou não de 1,4-DMN, observamos uma diferença significativa apenas na condição de ausência do produto químico nos períodos de 135 e 180 dias, com maior número de brotos no armazenamento à 20°C. Desta forma, o controle da temperatura e o uso do supressor mostrou-se mais efetivo para a cultivar Challenger, sendo o uso do 1,4-DMN é mais importante no controle dos brotos quando esta cultivar for armazenada em temperatura próxima de 20°C.

**Tabela 2** – Valores médios para número de brotos nos tubérculos de batatas das cultivares Asterix (Ast) e Challenger (Cha).

Tratamento	Número de brotos				
	0 dias	45 dias	90 dias	135 dias	180 dias
1-Ast/1,4-DMN/8°C	0,00 A	0,00 A	3,37 A	4,94 B	5,56 BC
2-Ast/Controle/8°C	0,00 A	0,00 A	3,44 A	4,62 B	6,25 BC
3-Ast/1,4-DMN/20°C	0,00 A	1,75 A	3,50 A	3,00 B	4,69 C
4-Ast/Controle/20°C	0,00 A	0,87 A	4,12 A	5,69 B	7,31 BC
5-Cha/1,4-DMN/8°C	0,00 A	0,00 A	2,00 A	4,12 B	5,31 BC
6-Cha/Controle/8°C	0,00 A	0,00 A	2,68 A	4,56 B	6,37 BC
7-Cha/1,4-DMN/20°C	0,00 A	0,00 A	3,19 A	4,69 B	7,94 B
8-Cha/Controle/20°C	0,00 A	0,25 A	4,31 A	21,81 A	24,81 A

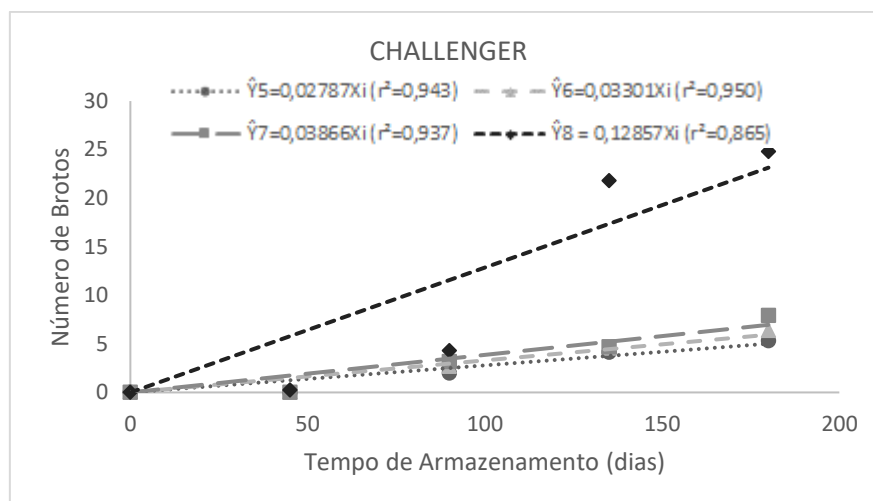
Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os melhores modelos ajustados para o número médio de brotos foram lineares e crescentes (Figura 3), de forma que é esperado uma relação linear crescente entre tempo de armazenamento e esta característica. Os coeficientes de determinação obtidos variaram de 0,86 a 0,97, de forma que o modelo linear representou de forma adequada a variação do número de brotos médios ao longo do tempo de armazenamento.



**Figura 3.** Número médio de brotos em função do tempo de armazenamento.

● = 1,4-DMN/8°C, ▲ = Controle/8°C, ■ = 1,4-DMN/20°C, ◆ = Controle/20°C



**Figura 3 (continuação).** Número médio de brotos em função do tempo de armazenamento.

● = 1,4-DMN/8°C, ▲ = Controle/8°C, ■ = 1,4-DMN/20°C, ◆ = Controle/20°C

Ao comparar os efeitos da temperatura de armazenamento sobre o comprimento de brotos na cultivar Asterix (Tabela 3), verificou-se que com o uso de 1,4-DMN as médias apresentaram, em quase todos os períodos de avaliação, maiores valores para o armazenamento à 20°C, exceto no período de 135 dias, quando houve maior comprimento médio dos brotos para o armazenamento à 8°C. Apesar de significativa, essa diferença se contrapõe ao padrão observado nas mesmas condições de armazenamento nos demais períodos de avaliação, sem nenhuma razão aparente, levando à hipótese de ter ocorrido quebra de brotos neste período específico de avaliação. Na ausência de 1,4-DMN a cultivar Asterix apresentou maior comprimento médio de brotos à 20°C a partir de 90 dias de armazenamento e à 8°C no período de 135 dias, igualando após esse período o comprimento dos brotos. Para o cultivar Challenger tanto na presença quanto na ausência de 1,4-DMN, a maior temperatura de armazenamento resultou em maior comprimento significativo de brotos apenas no período de 180 dias. De forma geral, ao compararmos as cultivares quanto ao comprimento de brotos nas mesmas condições de armazenamento (Tabela 3), não foi possível observar um padrão de superioridade de uma cultivar em relação a outra, uma vez que houve uma maior variação dessa característica em função dos períodos de avaliação, isto pode ter ocorrido devido à influência de efeitos alheios aos tratamentos testados sobre a resposta desta variável. Os efeitos do uso de 1,4-DMN

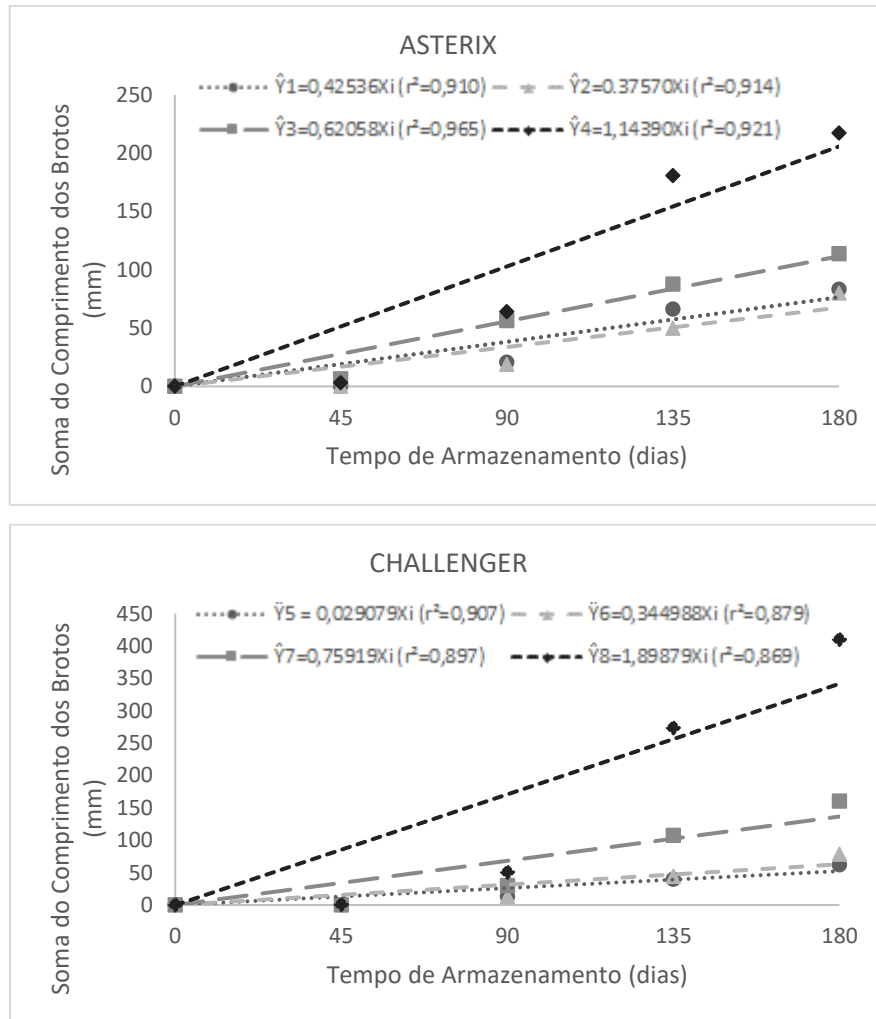
na redução do comprimento médio dos brotos foi significativo para ambos os cultivares, mas apenas após um período maior de armazenamento (180 dias) à 20°C.

**Tabela 3** – Soma do comprimento médio de brotos nos tubérculos de batatas das cultivares Asterix (Ast) e Challenger (Cha).

<b>Soma do Comprimento Médio de Brotos (mm)</b>					
Tratamento	0 dias	45 dias	90 dias	135 dias	180 dias
1-Ast/1,4-DMN/8°C	0,00 A	0,00 A	20,85 AB	273,52 A	83,34 DE
2-Ast/Controle/8°C	0,00 A	0,00 A	18,83 B	180,97 B	80,00 DE
3-Ast/1,4-DMN/20°C	0,00 A	6,42 A	56,38 AB	107,68 C	113,90 D
4-Ast/Controle/20°C	0,00 A	3,24 A	64,04 A	87,67 CD	217,51 B
5-Cha/1,4-DMN/8°C	0,00 A	0,00 A	13,11 B	66,39 CDE	61,87 E
6-Cha/Controle/8°C	0,00 A	0,00 A	12,91 B	49,78 DE	78,56 DE
7-Cha/1,4-DMN/20°C	0,00 A	0,00 A	29,85 AB	44,09 DE	160,54 C
8-Cha/Controle/20°C	0,00 A	0,79 A	50,51 AB	39,62 E	410,24 A

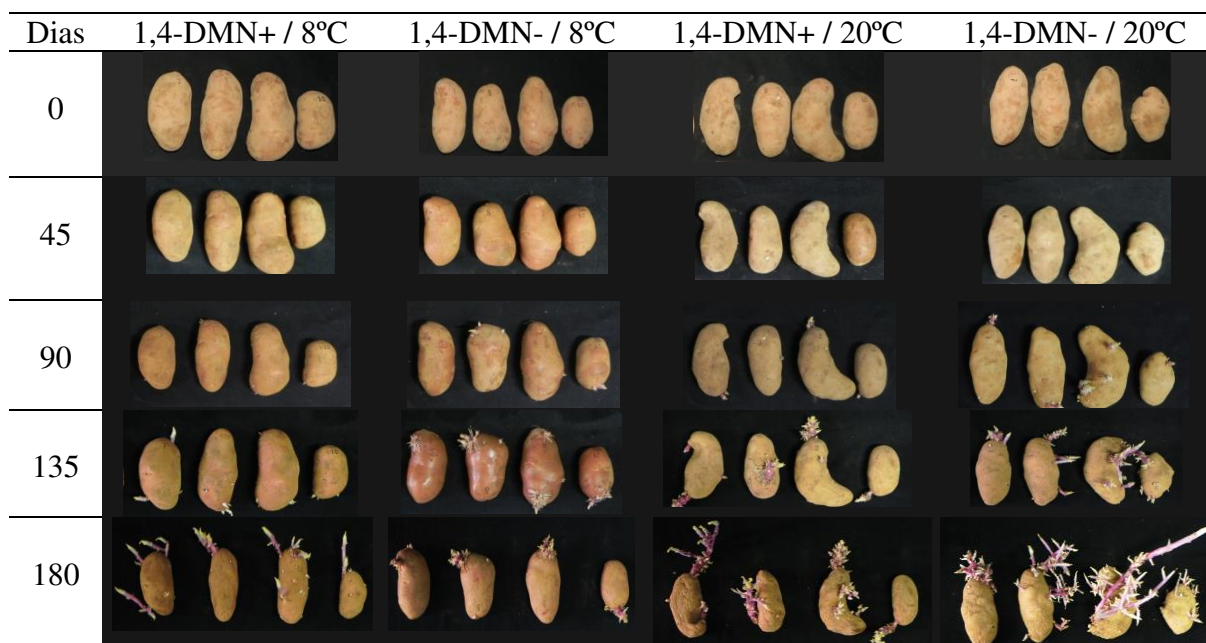
Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os melhores modelos ajustados para comprimento médio de brotos foram lineares e crescentes (Figura 4), de forma que é esperado uma relação linear crescente entre tempo de armazenamento e esta característica. As equações ajustadas para os tratamentos controles à 20°C apresentaram uma maior inclinação em ambas cultivares, para comprimento de brotos e número de brotos (Figuras 3 e 4), principalmente devido às maiores médias observadas para estas características após um longo período de armazenamento. O efeito do período de armazenamento sobre o processo de brotamento pode ser observado também nas figuras 5 e 6, através das imagens das amostras de batatas avaliadas ao longo do período experimental.

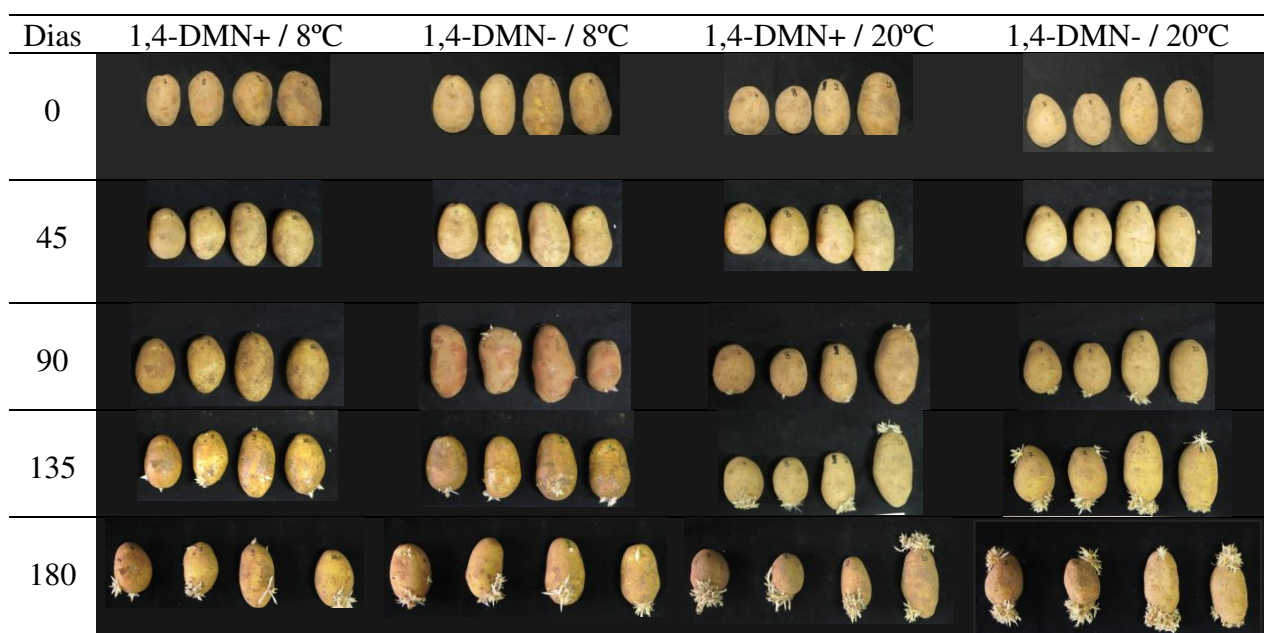


**Figura 4.** Soma do comprimento médio dos brotos em função do tempo de armazenamento.

● = 1,4-DMN/8°C, ▲ = Controle/8°C, ■ = 1,4-DMN/20°C, ◆ = Controle/20°C



**Figura 5.** Brotamento de tubérculos da cultivar Asterix ao longo do experimento.



**Figura 6.** Brotamento de tubérculos da cultivar Challenger ao longo do experimento.

Para ambas as cultivares, tratadas ou não com o supressor, observou-se um padrão de maiores médias de açúcares solúveis totais nas condições com temperatura de armazenamento à 8°C (Tabela 4). No entanto, só foram encontrados efeitos significativos para as diferenças entre as médias da cultivar Asterix com 1,4-DMN no tempo de avaliação igual a 90 dias, para as médias de Asterix sem 1,4-DMN

no tempo de 135 dias e para a cultivar Challenger sem 1,4-DMN aos 45, 135 e 180 dias. Além disso, no último período de avaliação (180 dias) observou-se uma inversão nos efeitos das temperaturas de armazenamento sobre os teores de açúcares solúveis totais na cultivar Challenger, sendo maiores os teores médios para as amostras condicionadas à 20°C.

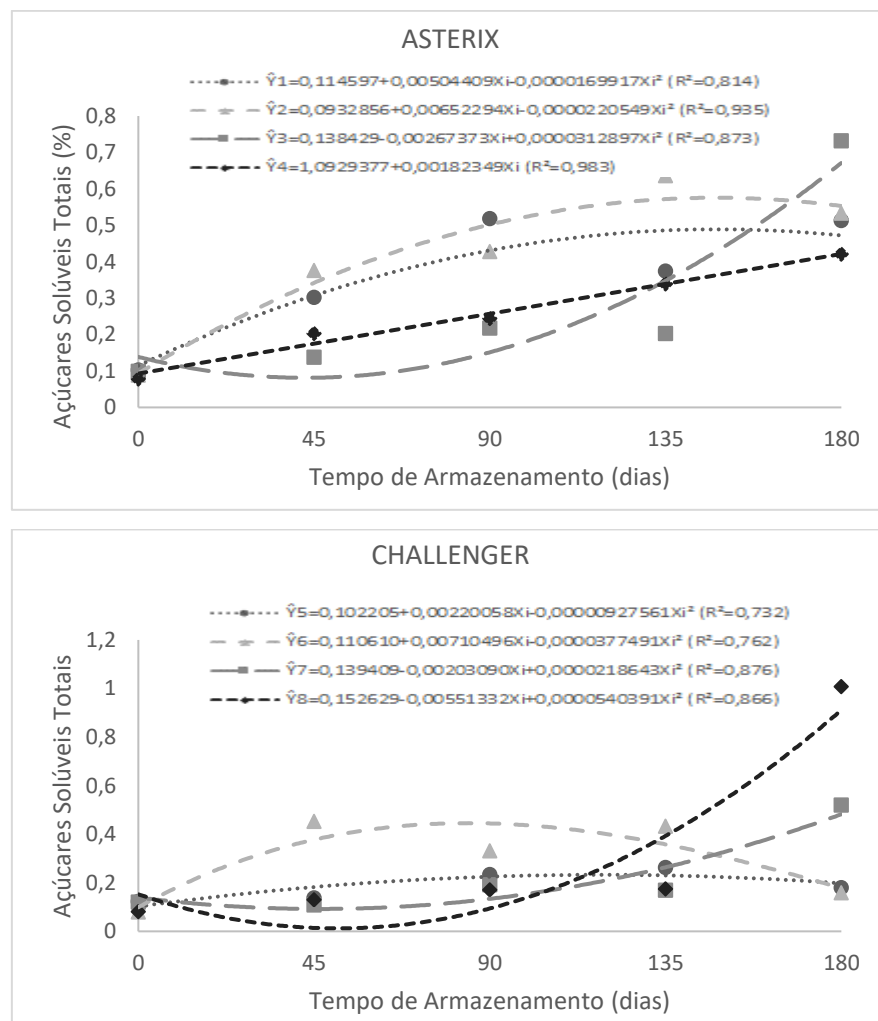
O uso de 1,4-DMN mostrou associação com menores médias de açúcares solúveis totais na cultivar Asterix no período de 135 dias a 8°C e na cultivar Challenger com 45 a 8°C e 180 a 20°C dias de armazenamento, evidenciando um efeito benéfico do 1,4-DMN em reduzir os níveis de açúcares solúveis. No entanto, aos 180 dias a cultivar Asterix com 1,4-DMN apresentou maior teor médio para esta característica. De forma geral, as médias de açúcares solúveis totais foram maiores para a cultivar Asterix, sendo encontradas diferenças significativas entre as médias nas condições de uso de 1,4-DMN à 8°C nos tempos de 90 e 180 dias e de ausência de 1,4-DMN no tempo de 180 dias. De acordo com Coffin et al. (1987) o acúmulo nos teores de açúcares em tubérculos armazenados a 20°C também foi observado, sendo que os autores sugerem que estes níveis de açúcares sejam decorrentes da quebra da dormência dos tubérculos armazenados sob essa temperatura.

**Tabela 4** – Valores médios para número de brotos nos tubérculos de batatas das cultivares Asterix (Ast) e Challenger (Cha).

Tratamento	Açúcares Solúveis Totais (%)				
	0 dias	45 dias	90 dias	135 dias	180 dias
1-Ast/1,4-DMN/8°C	0,102 A	0,301 ABC	0,518 A	0,3742 BC	0,513 BC
2-Ast/Controle/8°C	0,088 A	0,376 AB	0,427 AB	0,636 A	0,533 BC
3-Ast/1,4-DMN/20°C	0,099 A	0,137 BC	0,217 BC	0,202 BC	0,732 B
4-Ast/Controle/20°C	0,078 A	0,203 ABC	0,244 BC	0,338 BC	0,420 CD
5-Cha/1,4-DMN/8°C	0,123 A	0,137 BC	0,233 BC	0,263 BC	0,179 DE
6-Cha/Controle/8°C	0,080 A	0,452 A	0,331 ABC	0,433AB	0,159 E
7-Cha/1,4-DMN/20°C	0,121 A	0,109 C	0,191 BC	0,169 C	0,519 BC
8-Cha/Controle/20°C	0,081 A	0,130 BC	0,170 C	0,174 C	1,007 A

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Ao avaliar os gráficos para açúcares solúveis totais (Figura 7), observa-se que os modelos de melhor ajuste foram diferentes entre os tratamentos. No cultivar Asterix, por exemplo, verifica-se que o modelo de melhor ajuste para o tratamento controle à 20°C foi uma reta crescente e para os demais tratamentos foram curvas quadráticas, havendo também, no entanto, diferenças quanto a curvatura destas curvas. Isto pode indicar que dependendo da combinação dos níveis dos fatores testados (temperatura e uso de 1,4-DMN) pode haver diferenças no padrão de variação destas características em função do tempo de armazenamento.



**Figura 7.** Níveis de açúcares solúveis totais em função do tempo de armazenamento

● = 1,4-DMN/8°C, ▲ = Controle/8°C, ■ = 1,4-DMN/20°C, ◆ = Controle/20°C

Para a cultivar Asterix verificou-se que a maior temperatura de armazenamento (20°C) resultou em menores teores de açúcares redutores na maioria dos períodos avaliados, em ambas as condições de uso ou não de 1,4-DMN (Tabela 5). Para a cultivar Challenger este efeito foi menos evidente, sendo observado efeito significativo apenas na condição de ausência de 1,4-DMN aos 45 dias. Não houve efeito do uso de 1,4-DMN sobre os níveis de açúcares redutores na cultivar Asterix, ao compararmos as médias referentes à mesma temperatura de armazenamento. Para a cultivar Challenger a única diferença significativa foi aos 45 dias e com armazenamento à 8°C, nestas condições o uso de 1,4-DMN resultou em menor média de açúcares redutores. Estes resultados para a cultivar Challenger são bastante favoráveis, uma vez que poderiam ser trabalhados simultaneamente os critérios de controle de brotamento através da temperatura de armazenamento e os níveis de açúcares redutores através do 1,4-DMN.

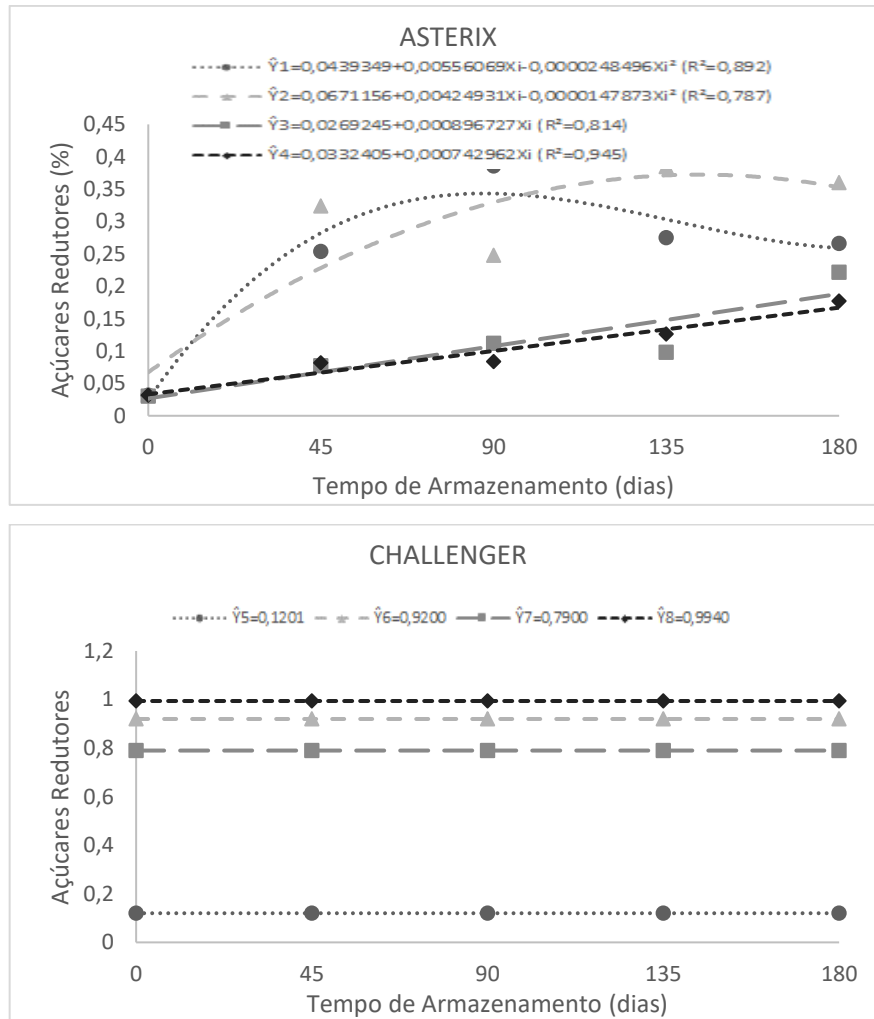
Ao comparar as cultivares dentro das mesmas condições de armazenamento podemos observar que ao usar 1,4-DMN e temperatura de 8°C a cultivar Challenger apresentou menores médias em quase todos os tempos de avaliação, exceto no tempo zero. Nas demais condições de armazenamento a diferença entre as cultivares foi menos evidente, no entanto, foi possível observar maior teor de açúcares redutores na Asterix aos 135 e 180 dias quando na ausência de 1,4-DMN à 8°C e aos 180 dias quando na presença de 1,4-DMN e 20°C. Vale lembrar que menores níveis de açúcares redutores são desejáveis em batatas usadas na forma processada tanto para evitar o escurecimento (reações não enzimáticas) em produtos como a batata frita, por exemplo, como por questão de saúde dos consumidores, uma vez que se processadas em altas temperaturas (> 120°C) a reação de Maillard e consequente acúmulo de acrilamida pode ocorrer (Alamar et al., 2017). De acordo com Borda e Alexe (2011), a batata é um dos maiores contribuidores de acrilamida obtida da dieta na Europa, e com a tendência de aumento no consumo de alimentos semi processados, existe uma preocupação crescente de encontrar alternativas de alimentos mais saudáveis para o consumo.

**Tabela 5** – Valores médios para açúcares redutores nos tubérculos de batatas das cultivares Asterix (Ast) e Challenger (Cha).

Tratamento	Açúcares Redutores (%)				
	0 dias	45 dias	90 dias	135 dias	180 dias
1-Ast/1,4-DMN/8°C	0,031 A	0,253 A	0,385 A	0,275 AB	0,266 AB
2-Ast/Controle/8°C	0,032 A	0,324 A	0,248 AB	0,384 A	0,359 A
3-Ast/1,4-DMN/20°C	0,030 A	0,077 B	0,111 BC	0,097 C	0,221 ABC
4-Ast/Controle/20°C	0,032 A	0,081 B	0,083 C	0,125 BC	0,177 BCD
5-Cha/1,4-DMN/8°C	0,032 A	0,056 B	0,106 BC	0,058 C	0,083 CD
6-Cha/Controle/8°C	0,028 A	0,242 A	0,155 BC	0,155 BC	0,038 D
7-Cha/1,4-DMN/20°C	0,032 A	0,041 B	0,027 C	0,042 C	0,062 D
8-Cha/Controle/20°C	0,029 A	0,027 B	0,030C	0,063 C	0,112 BCD

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observa-se que os modelos com melhor ajuste para os níveis de açúcares redutores em função do tempo de armazenamento também foram diferentes entre os tratamentos (Figura 8). Para a cultivar Asterix armazenada à 8°C (com e sem 1,4-DMN) foram ajustadas retas crescentes e quando armazenada à 20°C (com e sem 1,4-DMN) foram ajustadas curvas quadráticas, com aumento dos níveis de açúcares redutores até um certo nível e posterior declínio. Estes resultados indicam um possível efeito de interação entre temperatura e tempo de armazenamento sobre a característica avaliada para esta cultivar. Os coeficientes de determinação mostram que os ajustes foram adequados, com a maioria da variação da característica avaliada sendo explicada pelo tempo de armazenagem, de acordo com os modelos ajustados para cada tratamento. No entanto, para a variedade Challenger nenhum dos modelos testados apresentaram ajuste adequado e efeitos significativos do tempo de armazenamento sobre os níveis de açúcares redutores para nenhum dos tratamentos, sendo apresentados apenas o gráfico de dispersão e as respectivas médias para cada tratamento avaliado.



**Figura 8.** Níveis de açúcares redutores em função do tempo de armazenamento.

● = 1,4-DMN/8°C, ▲ = Controle/8°C, ■ = 1,4-DMN/20°C, ◆ = Controle/20°C

Os efeitos da temperatura de armazenamento sobre os níveis de açúcares não redutores (Tabela 6) só foram observados no último período de avaliação (180 dias) para ambas as cultivares, com maiores médias associadas à maior temperatura (20°C). Diferenças significativas entre as médias para o efeito de uso ou não de 1,4-DMN nas mesmas condições de armazenamento também só foram observados aos 180 dias e armazenamento à 20°C, no entanto, nestas condições para a cultivar Asterix foi observado maior média com o uso de 1,4-DMN e para a cultivar Challenger foi obtido maior média de açúcares não redutores na ausência de 1,4-DMN. Ao comparar as cultivares nas mesmas condições de armazenamento, só foi encontrada diferença significativa aos 180 dias, na ausência de 1,4-DMN à 20°C, sendo que

nestas condições a cultivar Challenger apresentou maior nível de açúcares não redutores.

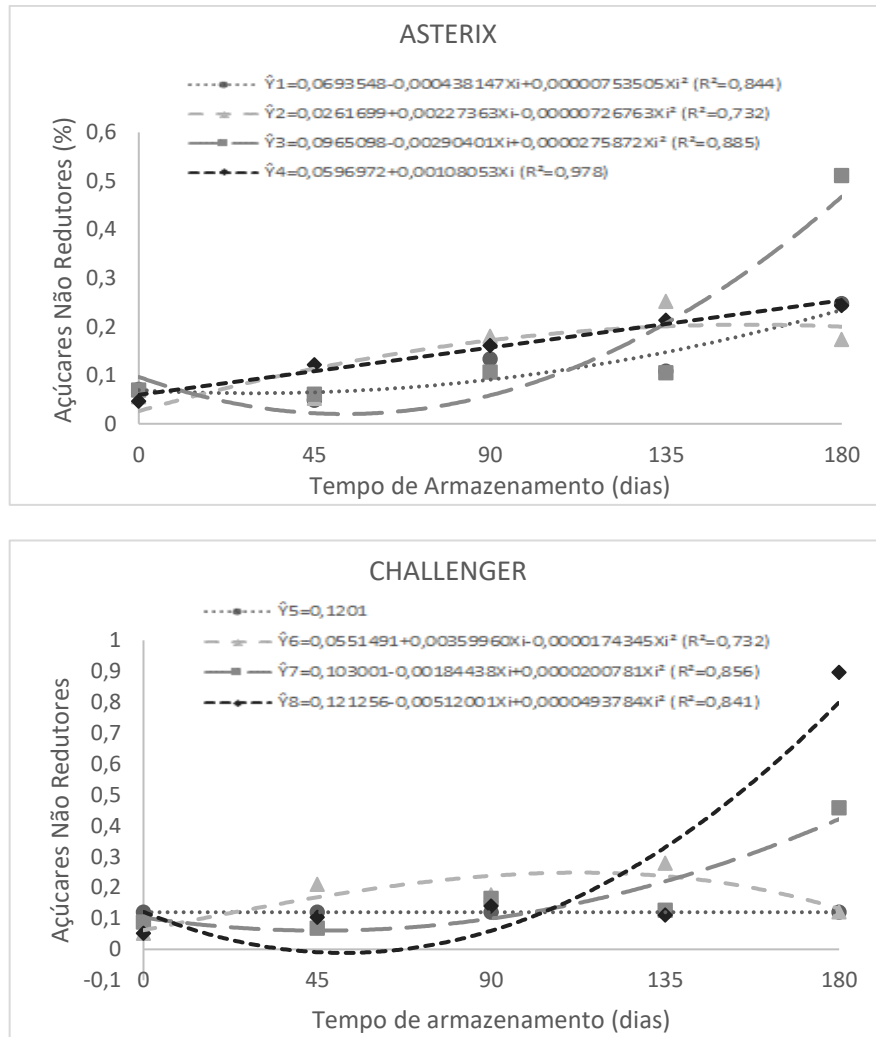
**Tabela 6** – Valores médios para açúcares não redutores nos tubérculos de batatas das cultivares Asterix (Ast) e Challenger (Cha).

Tratamento	Açúcares Não Redutores (%)				
	0 dias	45 dias	90 dias	135 dias	180 dias
1-Ast/1,4-DMN/8°C	0,070 A	0,047 A	0,133 A	0,108 A	0,247 C
2-Ast/Controle/8°C	0,055 A	0,052 A	0,179 A	0,251 A	0,173 C
3-Ast/1,4-DMN/20°C	0,069 A	0,060 A	0,106 A	0,104 A	0,510 B
4-Ast/Controle/20°C	0,046 A	0,121 A	0,160 A	0,212 A	0,243 C
5-Cha/1,4-DMN/8°C	0,090 A	0,081 A	0,127 A	0,204 A	0,096 C
6-Cha/Controle/8°C	0,051 A	0,209 A	0,175 A	0,278 A	0,121 C
7-Cha/1,4-DMN/20°C	0,088 A	0,068 A	0,164 A	0,126 A	0,457 B
8-Cha/Controle/20°C	0,051 A	0,103 A	0,140 A	0,111 A	0,895 A

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Deve-se considerar que tanto para açúcares redutores como para açúcares não redutores menores níveis são desejados, uma vez que menores níveis destes açúcares indicam melhor qualidade da batata para processamento pós-colheita. O adoçamento é um processo natural que ocorre como resultado do envelhecimento dos tubérculos; é irreversível e envolve dano celular. Uma vez que ocorrer dano celular, os carboidratos estruturais e não-estruturais podem ser despolimerizados por enzimas hidrolíticas (Alamar et al., 2017).

Para os valores médios de açúcares não redutores foram encontrados modelos com ajuste satisfatório e efeitos significativos do tempo de armazenamento para quase todos os tratamentos, com exceção do tratamento que testou a utilização do 1,4-DMN à 8°C na cultivar Challenger (Figura 9). Para os demais tratamentos foram ajustados os modelos linear e quadrático, com diferenças nas curvas de diferentes tratamentos, dentro de uma mesma cultivar. Isto indica que o efeito do tempo de armazenamento sobre os níveis de açúcares não redutores não é independente dos fatores uso ou não de 1,4-DMN e temperatura de armazenamento.



**Figura 9.** Níveis de açúcares não redutores em função do tempo de armazenamento.

● = 1,4-DMN/8°C, ▲ = Controle/8°C, ■ = 1,4-DMN/20°C, ◆ = Controle/20°C

Ao comparar os gráficos das cultivares Asterix e Challenger quanto aos ajustes para os níveis de açúcares não redutores (Figura 9), é possível observar que apesar de haver diferenças entre os modelos ajustados para cada tratamento, ao considerarmos o mesmo tratamento para as duas cultivares diferentes, foram ajustados modelos semelhantes, ou seja, para o tratamento controle à 8°C foram ajustadas curvas quadráticas com pontos de máximo para ambas variedades, para o tratamento com uso de 1,4-DMN à 20°C foram ajustadas curvas quadráticas com pontos de mínimo e para o tratamento controle à 20°C foi ajustado um modelo linear crescente para a cultivar Asterix e um modelo quadrático com ponto de mínimo para a cultivar Challenger, sendo que neste último tratamento possivelmente o ajuste do

modelo foi influenciado pelo alto valor mensurado para o teor de açúcares não redutores aos 180 dias na cultivar Challenger.

Para a cultivar Challenger não houve nenhum efeito da temperatura de armazenamento sobre os níveis médios de polifenoloxidase, tanto na presença quanto na ausência de 1,4-DMN (Tabela 7). Para a cultivar Asterix com 1,4-DMN observou-se maior média a 20°C aos 45 dias, e menor média quando sem 1,4-DMN a 20°C (135 dias). Não houve efeito do uso ou não de 1,4-DMN sobre as médias de polifenoloxidase em nenhuma condição de armazenamento para ambas cultivares avaliados. Ao comparar as cultivares nas mesmas condições de armazenamento, houve diferença significativa apenas quando na presença de 1,4-DMN aos 45 dias, com maior média de polifenoloxidase para a cultivar Asterix.

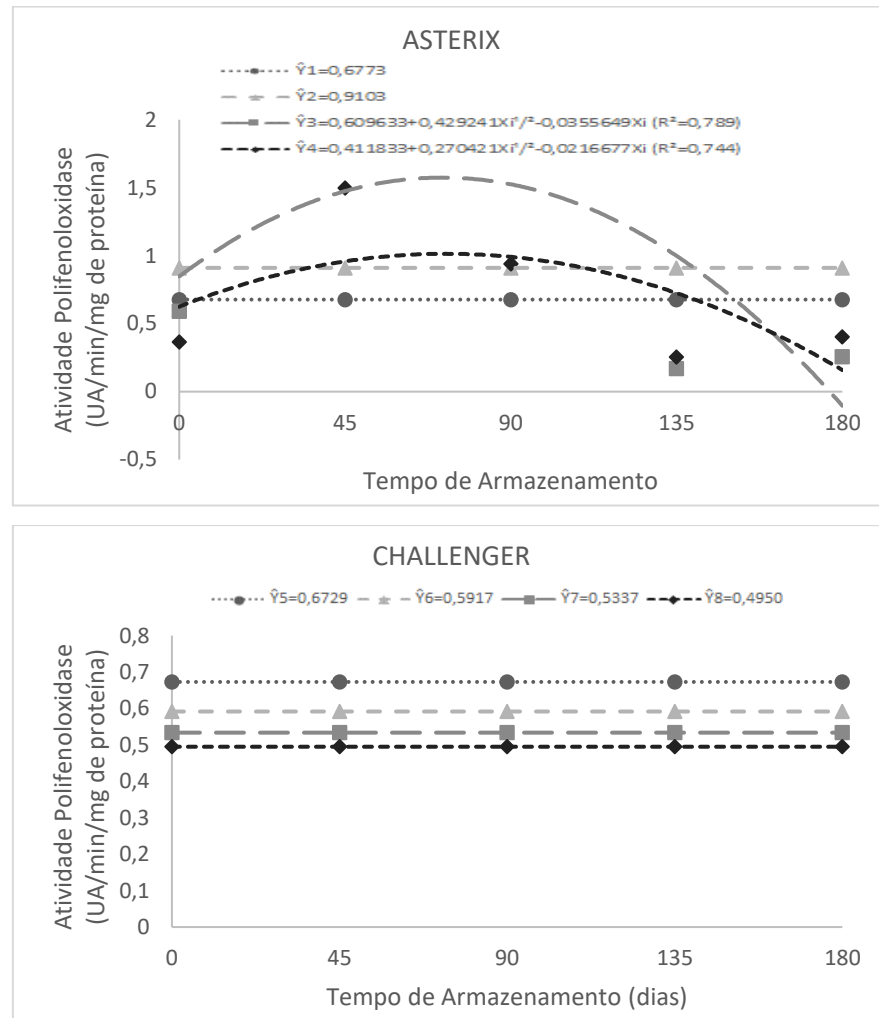
**Tabela 7** – Valores médios para a atividade da enzima polifenoloxidase nos tubérculos de batatas das cultivares Asterix (Ast) e Challenger (Cha).

<b>Enzima Polifenoloxidase (UA/min/mg de proteína)</b>					
Tratamento	0 dias	45 dias	90 dias	135 dias	180 dias
1-Ast/1,4-DMN/8°C	0,600 A	0,235 B	1,055 A	1,156 AB	0,339 A
2-Ast/Controle/8°C	0,369 A	0,177 B	1,055 A	1,847 A	1,102 A
3-Ast/1,4-DMN/20°C	0,592 A	1,878 A	1,844 A	0,170 B	0,257 A
4-Ast/Controle/20°C	0,364 A	1,496 AB	0,939 A	0,255 B	0,402 A
5-Cha/1,4-DMN/8°C	0,323 A	0,859 AB	1,673 A	0,249 B	0,258 A
6-Cha/Controle/8°C	0,238 A	0,273 B	1,542 A	0,569 AB	0,333 A
7-Cha/1,4-DMN/20°C	0,322 A	0,282 B	1,222 A	0,660 AB	0,181 A
8-Cha/Controle/20°C	0,238 A	0,482 AB	1,289 A	0,145 B	0,319 A

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Foi possível obter o ajuste de um modelo de regressão para os níveis da enzima polifenoloxidase apenas para os tratamentos com temperatura de armazenamento à 20°C (com e sem 1,4-DMN) para a cultivar Asterix (Figura 10), nestes casos foram ajustadas curvas quadráticas com pontos de máximo. No entanto, para os demais tratamentos na cultivar Asterix e para todos os tratamentos testados na cultivar Challenger não foi possível encontrar um modelo com ajuste adequado e efeitos

significativos, desta forma, foram apresentados os gráficos de dispersão e os respectivos valores médios para os níveis desta enzima.



**Figura 10.** Atividade da enzima polifenoloxidase em função do tempo de armazenamento.

● = 1,4-DMN/8°C, ▲ = Controle/8°C, ■ = 1,4-DMN/20°C, ◆ = Controle/20°C

Apesar de ser possível observar uma tendência numérica de menores teores de peroxidase para o armazenamento a 20°C, para a cultivar Challenger (quando comparada a Asterix na mesma condição de armazenamento), não houve efeito significativo de nenhum dos fatores estudados (cultivar, temperatura, 1,4-DMN e tempo de armazenamento) sobre os níveis de peroxidase (Tabela 8).

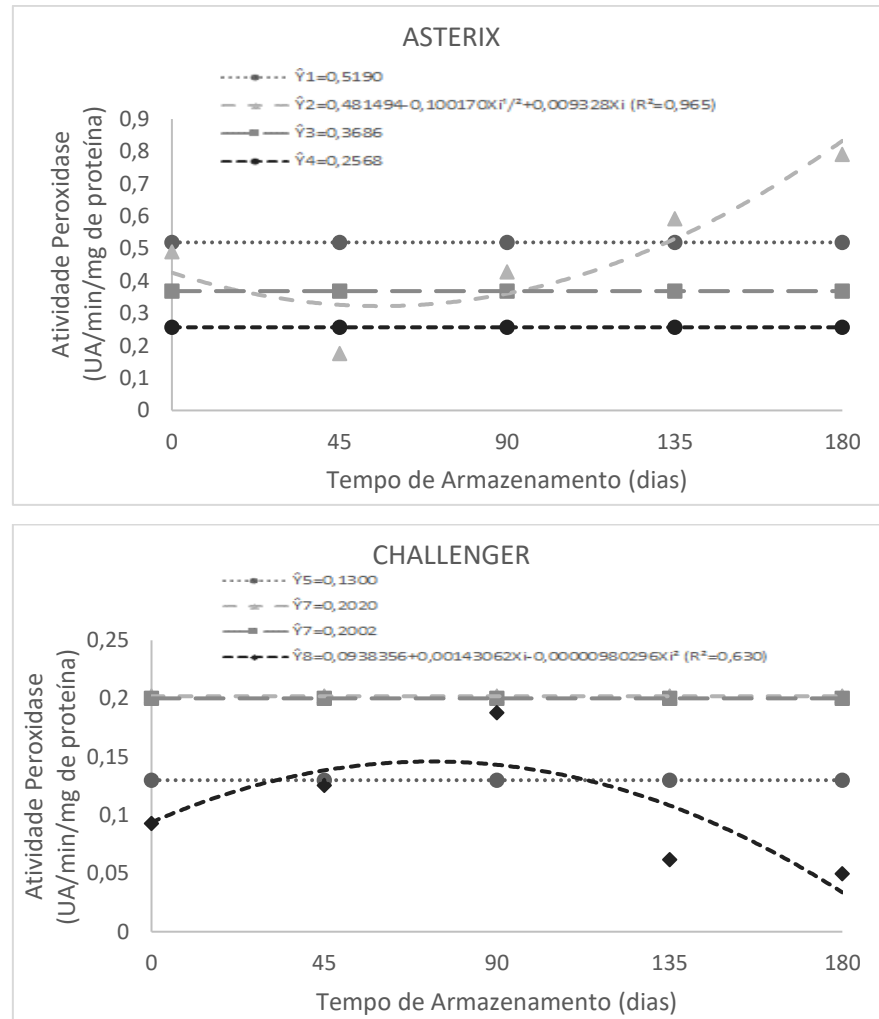
**Tabela 8** – Valores médios para a atividade da enzima peroxidase nos tubérculos de batatas das cultivares Asterix (Ast) e Challenger (Cha).

<b>Enzima Peroxidase (UA/min/mg de proteína)</b>					
Tratamento	0 dias	45 dias	90 dias	135 dias	180 dias
1-Ast/1,4-DMN/8°C	1,036 A	0,128 A	0,708 A	0,370 A	0,352 A
2-Ast/Controle/8°C	0,489 A	0,175 A	0,540 A	0,592 A	0,790 A
3-Ast/1,4-DMN/20°C	1,027 A	0,161 A	0,468 A	0,082 A	0,031 A
4-Ast/Controle/20°C	0,493 A	0,167 A	0,427 A	0,111 A	0,042 A
5-Cha/1,4-DMN/8°C	0,160 A	0,000 A	0,299 A	0,172 A	0,018 A
6-Cha/Controle/8°C	0,093 A	0,148 A	0,298 A	0,166 A	0,303 A
7-Cha/1,4-DMN/20°C	0,156 A	0,253 A	0,204 A	0,374 A	0,012 A
8-Cha/Controle/20°C	0,092 A	0,125 A	0,187 A	0,061 A	0,049 A

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Polifenoloxidase e peroxidase são enzimas relacionadas ao estresse oxidativo da planta, de forma que quanto maior o nível de estresse, maior tende a ser a produção destas enzimas. Estas enzimas agem reduzindo os níveis de espécies reativas de oxigênio (ROS), os quais poderiam comprometer diversas estruturas celulares, tais como a membrana plasmática, organelas celulares, ácidos nucleicos, lipídeos e proteínas.

Ao avaliar os gráficos dos níveis de atividade da enzima peroxidase em função do tempo de armazenamento (Figura 11), observa-se que não foi possível obter ajustes adequados e efeitos significativos, de acordo com os modelos testados para quase todos os tratamentos, exceto para o controle à 8°C (Asterix) e o controle à 20°C (Challenger). Para os tratamentos em que não foi possível encontrar um modelo com ajuste adequado e efeitos significativos, optou-se por apresentar os gráficos de dispersão com os respectivos valores médios da característica avaliada, sem propor, no entanto, um modelo funcional de regressão.



**Figura 11.** Atividade da enzima peroxidase em função do tempo de armazenamento.





















● = 1,4-DMN/8°C, ▲ = Controle/8°C, ■ = 1,4-DMN/20°C, ◆ = Controle/20°C

Nas figuras 12 e 13 e nas tabelas 9 e 10 estão apresentados, para as cultivares Asterix e Challenger, respectivamente, fotografias de amostras das batatas após fritura e a classificação de acordo com a escala de cores para batatas fritas determinada pelo USDA (1967). Ambas as cultivares apresentaram, após fritura no dia zero, coloração de escala 2. A coloração é um importante aspecto de qualidade para o processamento de batatas frita. Durante a hidrólise do amido, parte do açúcar produzido pode ser usado na respiração do tubérculo antes do processo de fritura. A depender das condições de armazenamento, como em baixas temperaturas, ocorre o fenômeno do adoçamento que consiste na formação e acúmulo de açúcares redutores, glicose e frutose, que são indesejáveis (SINGH & KAUN, 2016).

Durante a fritura, condição de elevada temperatura, pode ocorrer o contato de açúcares redutores com aminoácidos livres e a indesejável reação de Maillard, que resulta em batatas fritas de coloração amarronzada. Além da depreciação do aspecto visual, há o acúmulo de acrilamida, composto relacionado ao desenvolvimento de câncer.

Para a cultivar Asterix, a presença do 1,4-DMN foi eficiente em manter o aspecto visual das batatas fritas, a 20°C, nos períodos de 45, 90 e 135 dias (Figura 12). Para a cultivar Challenger, a presença do 1,4-DMN, há 8°C, foi eficiente na redução dos teores açúcares redutores (Figura 13), para o período de 45 dias, o que confere melhor qualidade as batatas após a fritura, em relação ao seu respectivo controle.

**Figura 12.** Coloração dos palitos de batata da cultivar Asterix após fritura\*

Dias	1,4-DMN+/8°C	1,4-DMN-/8°C	1,4-DMN+/20°C	1,4-DMN-/20°C
0				
45				
90				
135				
180				

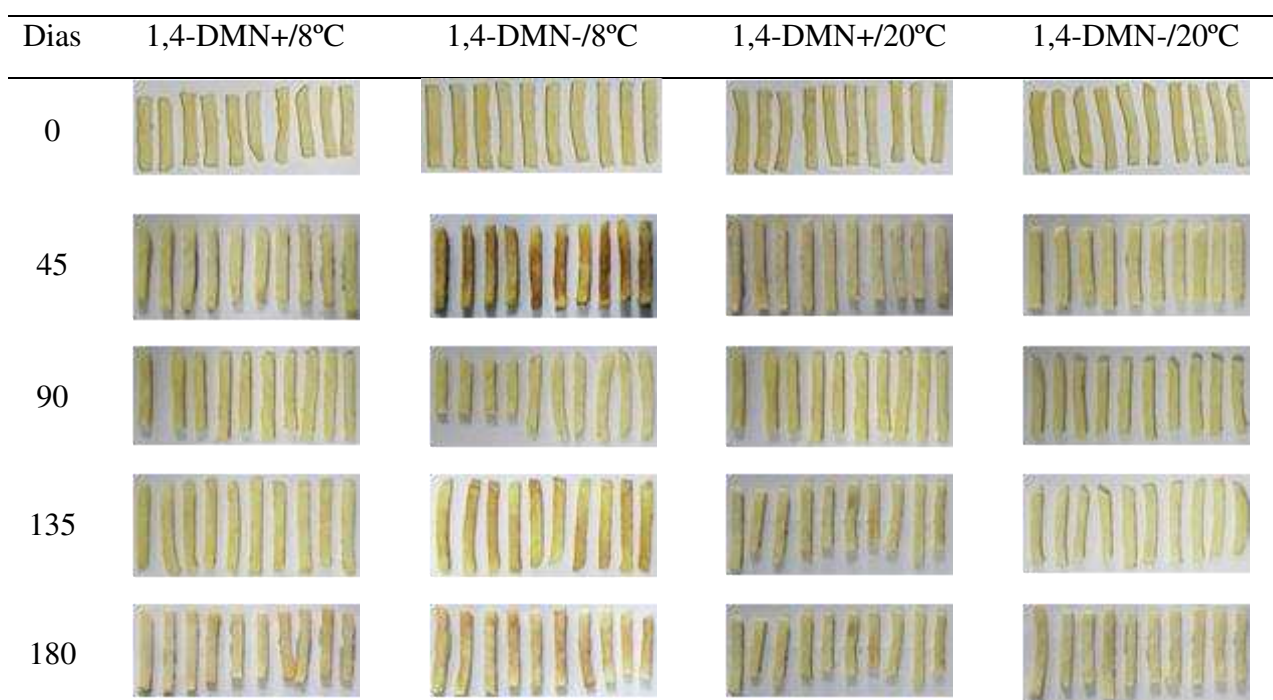
\*Fritura por 3 minutos a 180°C

**Tabela 9** – Classificação de acordo com a escala de cores para batatas fritas\* para a cultivar Asterix

Dias	ESCALA DE COR			
	1,4-DMN+/8°C	1,4-DMN-/8°C	1,4-DMN+/20°C	1,4-DMN-/20°C
<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>45</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>90</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>135</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>180</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>

\*USDA (1967)

**Figura 13.** Coloração dos palitos de batata da cultivar Challenger após fritura\*



\*Fritura por 3 minutos a 180°C

**Tabela 10** – Classificação de acordo com a escala de cores para batatas fritas\* para a cultivar Challenger

Dias	ESCALA DE COR			
	1,4-DMN+/8°C	1,4-DMN-/8°C	1,4-DMN+/20°C	1,4-DMN-/20°C
<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>45</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>90</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>135</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>180</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

\*USDA (1967)

## 5 CONCLUSÃO

Houve efeito de interação entre os tratamentos avaliados e o tempo de armazenamento para a maioria dos parâmetros de qualidade avaliados, exceto para os teores de polifenoxidase.

O efeito da temperatura mostrou-se bastante evidente no comprometimento da qualidade dos tubérculos de batata armazenados.

Os efeitos do 1,4-DMN no controle da qualidade das batatas resultam em menor perda de massa fresca e menores teores de açúcares solúveis totais e de açúcares redutores, sendo estes efeitos mais efetivos na cultivar Challenger.

O uso do 1,4-DMN é efetivo no controle dos brotos da cultivar Challenger, sendo mais importante o uso deste supressor com armazenamento à 20°C. Também há efeitos significativos na redução do comprimento médio dos brotos para ambas as cultivares avaliadas, após 180 dias à 20°C.

Os efeitos do uso de 1,4-DMN na redução do comprimento médio dos brotos foi significativo para ambos os cultivares, mas apenas após um período maior de armazenamento (180 dias) à 20°C.

Independente dos tratamentos aplicados houve pouca ou nenhuma diferença quanto ao nível de estresse oxidativo causado nos tubérculos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBA, Associação Brasileira de Batata. **A História da Batata**. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/site/historia-da-batata/>>. Acesso em: 15 de maio 2019.
- AFEK, U.; ORENSTEIN J.; NURIEL, E. Using HPP (Hydrogen Peroxide Plus) to inhibit potato sprouting during storage. **Am J Potato Res**, v.77, p.63–65, 2000.
- BACARIN, M.A.; FERREIRA, L.S.; DEUNER, S; BERVALD, C.M.P.; ZANATTA, E.R.; LOPES, N.F. Carboidratos não estruturais em tubérculos de batata recondicionados após o armazenamento sob diferentes temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.799-804, 2005.
- BEVERIDGE, J.L.; DALZIEL, J.; DUNCAN, J. Dimethylnaphthalene as a sprout suppressant for seed and ware potatoes. **Potato Res** v.24, p.77-88, 1981.
- BISOGNIN, D. A.; FREITAS, A. T. de; BRACKMANN, A.; ANDRIOLO, J. L.; PEREIRA, E. I. P.; MULLER, D.R.; BANDINELLI, M.G. Envelhecimento fisiológico de tubérculos de batata produzidos durante o outono e a primavera e armazenados em diferentes temperaturas. **Bragantia**, v.67, n.1, p.59-65, 2008.
- BLENKINSOP, R.; MARANGONI, W.; ALEJANDRO, G. Changes in Compositional Parameters of Tubers of Potato (*Solanum tuberosum*) during Low-Temperature Storage and Their Relationship to Chip Processing Quality **Journal of Agricultural and Food Chemistry** v.50, p.4545-4553, 2002.
- BORDA, D.; ALEXE, P;. Acrylamide levels in food. **Rom J Food Sci**, v.1, p.3-15, 2011.
- BRADFORD, M. M. A. Rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248-254, 1976.
- BURTON, W.G. Studies on the dormancy and sprouting of potatoes.III. The effect upon sprouting of volatile metabolic products other than carbon dioxide. **The New Phytologist** v.51, 154-162, 1952.
- BURTON, W.G., AND MEIGH, D.F. The production of growth suppressing volatile substances by stored potatoes. **Potato Research** v.14 p.96–101, 1971.
- CALDIZ, D.O.; BROCCHI, G.; ALANIZ, J.; MARCHAN, C. Effects of the physiological age of seed potatoes on tuber initiation and starch and dry matter accumulation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 853-858, 1996.
- COFFIN, R.H.; YADA, R.Y.; PARKIN, K.L.; GRODZINSKI, B.; STANLEY, D.W. Effect of Low Temperature Storage on Sugar Concentrations and Chip Color of Certain Processing Potato Cultivars and Selections. **Journal of Food Science**, v.52, p.639-645, 1987.

COOLS, K.; ALAMAR, M.D.C.; TERRY, L.A. Controlling sprouting in potato tubers using ultraviolet-C irradiance. **Postharvest Biol Technol**, v.98, p.106–114, 2014.

DANIELS-LAKE, B.; OLSEN, N.; DELGADO, H. L.; ZINK, R. Efficacy of potato sprout control products to minimize sprout production. In *NAPPO Science and Technology Documents*. Prepared by the members of the NAPPO Technical Advisory Group on **Potato Sprout Inhibitors**, August, 19 p., 2013.

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

EMBRAPA, hortaliças. **Origem e botânica da Batata**. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/hortaliças/batata/origem-e-botanica>>. Acesso em: 15 de maio 2019.

FOODNEWS, **Consumo de batata: benefícios e curiosidades**. Disponível em:<<http://www.foodnewsocial.com.br/>>. Acesso em 14 de maio de 2019.

FOUKARAKI, S.G.; COOLS, K.; CHOPE, G.A.; TERRY, L.A. Impact of ethylene and 1-MCP on sprouting and sugar accumulation in stored potatoes. **Postharvest Biol Technol**. v. 114, p. 95-103, 2016.

FREITAS, S.T.; BISOGNIN, D.A.; GÓMEZA, C.S.; SAUTTER, C.K.; COSTA, L.C.; RAMPELOTTO, M.V. Qualidade para processamento de clones de batata cultivados durante a primavera e outono no Rio Grande do Sul. **Ciênc. Rural**, v.36, p.80-85, 2006.

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.

HAWKES, J. G. Origins of cultivade potatoes and species relationships. In: Bradshaw, J.E.; **Potatoes genetics**. Wallingford: CAB. Internacional, p.3-42, 1994.

HONGFEI, D.; MAORUN, F.; XIAOYING, Y.; QINGMIN, C. Ethylene inhibited sprouting of potato tubers by influencing the carbohydrate metabolism pathway. **J Food Sci Technol** v. 53, p. 3166–3174, 2016.

IBGE, **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>>. Acesso em: 17 de maio 2019.

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.

MEIGH, D.F.; FILMER, A.A.E.; SELF, R. Growth inhibitory volatile aromatic compounds produced by *Solanum tuberosum* tubers. **Phytochemistry**, v. 12, p. 987-993, 1973.

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

SAEG. **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SCHIPPERS, P.A. The relationship between specific gravity and percentage of dry matter in potato tubers. **American Potato Journal**, v.53, n.4, p.111-112, 1976.

SHALLENBERGER, R.S.; SMITH, O.; TREADWAY, R.H. Role of sugars in the browning reaction in potato chips. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 7, p. 274-277, 1959.

SINGH, J.; KAUR, L. **Advances in potato chemistry and technology**. 2<sup>a</sup> ed. Academic press. 2016.

SMITH O. Potato chips. In: TALBURT WF; SMITH O. (ed). Potato processing. **Westport: AVI**, 3rd ed: p. 305-402. 1975.

SOUZA, Z.S.; BISOGNIN, D.A.; JUNIOR, G.R.M.; GNOCATO, F.S. Seleção de clones de batata para processamento industrial em condições de clima subtropical e temperado. **Pesq. Agropec. Bras.** v. 46, p. 1503-1512, 2011.

SOBOL, Z.; JAKUBOWSKI, T.; WRONA, P. The effect of UV-C stimulation of potato tubers and soaking of potato strips in water on density differences of intermediates for French-fry production. BIO Web of Conferences, **Contemporary Research Trends in Agricultural Engineering**, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1051/bioconf/20181002031>>. Acesso em: 19 de maio 2019.

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

VIJAY, P.; EZEKIEL, R.; RAKESH, P. Sprout suppression on potato: need to look beyond CIPC for more effective and safer alternatives. **J Food Sci Technol** v. 53, p. 1-18, 2016.

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.

WEERD, J.W.; THORNTON, M.K.; SHAFII, B. Sprout suppressing residue levels of 1, 4-dimethylnaphthalene (1, 4-1,4-DMN) in potato cultivars. **Am J Potato Res** v. 87, p. 434-445, 2010.

**Apêndice A** - Resumo da Análise de Variância para a Porcentagem de Perda de Massa Fresca (%PMF); Número de Brotos (NBR); Comprimento de Brotos (CBR); Açúcares Solúveis Totais (AST); Açúcares Redutores (AR); Açúcares Não Redutores (ANR); Polifenoloxidase (PPO) e Peroxidase (POD) em função dos tratamentos e tempo de armazenamento

FV	GL	Quadrados Médios							
		PMF	NBR	CBR	AST	AR	ANR	PPO	POD
Tratamento	7	116,58**	139,22**	36405,37**	0,1057**	0,1464**	0,0396**	0.5366 NS	0,5077*
Residuo (a)	24	2,28	3,89	781,51	0,0108	0,0037	0,0055	0.4803	0,1576
Tempo	4	506,91**	457,4**	144910,7**	0,7166**	0,0924**	0.3772**	4,7283**	0,5219*
Trat x Tempo	28	22,12**	48,5**	11743,15**	0,1081**	0,0183**	0,0709**	0,8536 NS	0,1776*
Residuo (b)	96	0,74	1,33	296,42	0,0133	0,0053	0,0064	0,5225	0,198
CV% parcela		29,19	52,18	47,93	35,77	48,38	44,94	100,42	0,25
CV% subparcela		16,67	30,60	29,52	39,75	58,18	48,61	104,75	156,49

\*\*( $P < 0,01$ ); \*( $P < 0,05$ ); NS não significativo